

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000555

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 022 822.1  
Filing date: 08 May 2004 (08.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 June 2005 (07.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10.2004 022 822.1

**Anmeldetag:**

08. Mai 2004

**Anmelder/Inhaber:**Conti Temic microelectronic GmbH,  
90411 Nürnberg/DE**Bezeichnung:**Aufnehmersystem/Auflösesensor, geeignet für  
Diagnose-/Sicherheitsvorrichtung, insbesondere  
für Unfallschutzeinrichtungen in einem Fahrzeug**IPC:**

B 60 R, G 01 V, G 01 H

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. Mai 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Schäfer

Aufnehmersystem / Auslösesensor, geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung,  
insbesondere für Unfallschutzeinrichtungen in einem Fahrzeug

Die Erfindung betrifft einen Sensor und/oder ein Sensorsystem / Aufnehmersystem (Auslösesensor), insbesondere geeignet für ein Insassenschutzsysteme / Unfallschutzsysteme, mittels diesem beispielsweise mit wenigen Auslösesensoren eine einfache sowie präzise Sensierung und Erkennung von unterschiedlichen Crasharten / Fahrsituationen / dynamischen Abläufen ermöglicht wird, wobei insbesondere die mechanische Realisierung, bzw. die Signalankopplung / der Signalpfad sowie der geometrischen Formgebung, insbesondere der Messwerteraufnehmerelemente, von besonderer Bedeutung sind, da mittels diesen Maßnahmen beispielsweise bevorzugte Frequenzbereiche am Ausgang des Sensorsystems / Aufnehmersystems (Auslösesensors) zur Verfügung gestellt werden bzw. gestellt werden können, damit ein aufwendiges herausfiltern der erforderlichen Frequenzen, mittels speziellen Filtereinrichtungen am Ausgang des Sensors, aus dem sonst üblichem breitbandigen Beschleunigungssignal entfällt.

Um die Sicherheit für Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr zu verbessern, werden verstärkt Insassenschutzsysteme mit einer immer höheren Performance in Fahrzeuge eingebaut, um die Insassen eines Fahrzeuges möglichst optimal in jeder nur denkbaren Unfallsituation / Fahrsituation schützen / unterstützen zu können. Hierzu gehören vor allem Unfallsituation, die nicht einem einfachen Frontalaufprall entsprechen, sondern Unfallereignisse, die, beispielsweise infolge des Unfallhindernisses (Fußgänger oder Baum = Pole-Crash) oder des Aufprallwinkels (Schräg- oder Seiten-Crash), eine eindeutige Crash-Erkennung oftmals nur schwer ermöglichen, da die durch den Crash erzeugten Crash-Beschleunigungssignale, oftmals in der Amplitude sehr gering sind oder infolge einer weichen Fahrzeugkarosserie sich nur langsam im Fahrzeug ausbreiten und somit vom Zentralsteuergerät, welches sich bevorzugt auf dem Mitteltunnel befindet, relativ schwer erfasst werden können.

Gerade bei diesen Unfällen bzw. Unfalltypen, bei welchen die Knautschzone oftmals sehr gering ist (z.B. Seiten-Crash) bzw. das Hindernis (z.B. Fußgänger) nur über eine verhältnismäßig geringe Masse verfügt, ist jedoch eine schnelle und sichere Sensierung und Erfassung der vom Crash erzeugten Signaturen von größter Bedeutung, damit relativ schnell sowie sicher ein Auslösesignal für die Schutzeinrichtungen generiert werden kann.

Um hier eine Verbesserung zu erzielen, ist man dazu übergegangen, Systeme zu schaffen, bei welchen sogenannte Assistenzsensoren (Seitensensoren / Up-Front-Sensoren) mit den unterschiedlichsten Wirkprinzipien, wie beispielsweise Druck- Körperschall- und Beschleunigungssensoren, möglichst nahe vor Ort platziert sind, um möglichst schnell einen Aufprall erkennen zu können und dem Zentralgerät, welches bevorzugt in der Mitte des Fahrzeugs platziert ist, weitermelden zu können.

Die Berücksichtigung von diesen unterschiedlichen beschriebenen Signalen, wie von Beschleunigungssignalen (meist im Bereich von niedrigeren Frequenzen), sowie von Körperschallsignalen (im Bereich von höheren Frequenzen), im entsprechenden Auslösealgorithmus, zur Bildung einer Auslöseentscheidung für Insassenrückhaltesysteme / Unfallschutzeinrichtungen, sind bereits aus verschiedenen Schriften bekannt. Ebenso sind aus verschiedenen Schriften Sensoren bekannt, die beide Arten von „Crash-Signaturen“ (Beschleunigungssignale und Körperschallsignale) erfassen können.

Aus der EP 0 305 654 B1 ist beispielsweise eine Einrichtung zur Auslösung einer Sicherheitseinrichtung in Form einer Rückhalteeinrichtung bekannt, bei dieser mittels einem Frequenz-Spektrum-Analysator, die gewünschten relevanten Signale aus den Schall- und/oder Körperschallsensoren herausermittelt werden, um diese dann dem nachfolgenden Auslöseprozessor bereitstellen zu können.

Aus der EP 1 019 271 B1 ist eine Vorrichtung für den Insassenschutz in einem Kraftfahrzeug mit einem Sensor zur Aufnahme einer Körperschall-Auslenkung eines Karosseriebestandteils des Kraftfahrzeugs bekannt, bei welcher der Sensor eine transversale Körperschall-Auslenkung des Karosseriebestandteils des Kraftfahrzeugs aufnimmt, um in Abhängigkeit von dem aufgenommenen Körperschall ein Insassenschutzmittel des Kraftfahrzeugs zu steuern. Wie aus dieser Schrift weiter zu entnehmen ist, ist der Aufnehmer speziell dazu konstruiert, dass dieser nur die transversalen Komponenten der Körperschallschwingungen, welche aus transversalen und longitudinalen Körperschall-Komponentenanteilen bestehen, aufnimmt / sensiert, und somit nur die transversale Körperschallauslenkung des Karosseriebestandteiles aufnimmt. Damit ist jedoch ein gewisser Nachteil verbunden, welcher darin besteht, dass mit einzelnen Aufnehmern, welche nur die transversale Körperschallkom-

ponente erfassen können, keine Bestimmung der Anregungs-Richtung erfolgen kann, so dass für ein richtungsabhängiges System (wie beispielsweise eines Insassenschutzsystems) immer mehrere Sensoren vorgesehen werden müssen, welche mit einem hohen Aufwand an Rechenkapazität miteinander verknüpft werden müssen.

Aus der DE 100 15 273 A1 ist eine Steuervorrichtung für eine Unfallschutzeinrichtung in einem Fahrzeug bekannt, die vier Beschleunigungssensoren mit unterschiedlichen Raumrichtungen zeigenden Empfindlichkeitsrichtungen aufweist, damit durch entsprechende Umrechnung der Daten / Signale, evtl. Fehler der Beschleunigungssensoren erkannt werden können, als auch bei einem fehlerhaften Beschleunigungssensor die Beschleunigungen in Fahrzeuglängs-, Fahrzeugquer- und Fahrzeughochrichtung noch korrekt ermittelt werden können. Hierbei werden bevorzugt breitbandige Beschleunigungssensoren zur Anwendung gebracht, die sowohl für Körperschall als auch für die Fahrzeugbeschleunigung insgesamt empfindlich sind, damit mittels geeigneter aufwendiger, dem Sensor nachgeschalteter Filterschaltungen, die erforderlichen niederfrequenten und hochfrequenten Signalanteile herausgefiltert werden können, um daraus die Ansteuersignale für die Airbags und/oder die Safing-Funktion-Signale daraus generieren zu können.

Aus der DE 100 31 793 C1 ist ein piezoelektrischer Sensor mit einem Grundträger bekannt, bei welchem ein piezoelektrischer Messwertaufnehmer mit einer abdeckenden Decksicht auf dem Grundträger angeordnet ist, und eine Auswertelektronik besitzt, welche die mechanische Belastung der piezoelektrischen Schicht, durch Auswertung der Differenz des elektrischen Potentials zwischen der ersten Kontaktschicht und der zweiten Kontaktschicht der piezoelektrischen Schicht, ermöglicht. Bei diesem piezoelektrischen Sensor handelt es sich um eine Weiterentwicklung von bekannten Sensoren, bei welchen als Messgröße die Ladungsverschiebung einer piezoelektrischen Folie genutzt wird, bzw. einer Weiterentwicklung von piezoelektrischen Sensoren, die mit einer seismischen Masse aufgebaut sind, wobei zur Erzeugung eines entsprechenden Signals die seismische Masse entsprechend angeregt / erregt werden muss. Bei letztgenannten Sensoren mit einer beweglichen seismischen Masse ist, infolge der beweglichen Führung der seismischen Masse, eine verhältnismäßig aufwendige Mechanik vorzusehen, welche infolge der beweglichen Teile hohe Herstellkosten und ein erhöhtes Ausfallrisiko erwarten lässt. Das Ziel der Erfind-

ung (DE 100 31 793 C1) ist es daher einen Sensor vorzustellen, der kostengünstig herstellbar ist und bei leichter Verbaubarkeit auf einfache Weise unter Ausnutzung des piezoelektrischen Effekts auch schwache Signale, wie beispielsweise Schwingungen und Materialverformungen, wirtschaftlich messen zu können.

Ein gewisser Nachteil dieses vorgeschlagenen Sensors ist darin zu sehen, dass dieser in seiner eigentlichen Form, wegen der fehlenden seismischen Masse, nur für den höheren Frequenzbereich (Körperschall) einsetzbar ist, und nur durch eine entsprechende Applikation (aufschrauben einer Masse) des Messwertaufnehmers, ein zusätzliches Leistungsmerkmal, dass der Beschleunigungsmessung, erreicht werden kann, wobei dann beide Signalanteile vermischelt am Sensor-Ausgang zur Verfügung stehen, und zur weiteren Verarbeitung, entsprechend dem gewünschten Frequenzanteilen, herausgefiltert werden müssen. Als weiterer wesentlicher Nachteil bei dieser Sensorrealisierung, sind die unterschiedlichen Wirkrichtungen zu nennen, da die Erfassungsrichtung für die longitudinalen Körperschallwellen nicht identisch zu der Erfassungsrichtung für die Beschleunigungssignale ist, da aufbaubedingt, diese Sensorrealisierung jeweils eine unterschiedliche Empfindlichkeitsachse bzgl. der einzelnen unterschiedlichen Frequenz-Spektralanteilen besitzen.

Aus der DE 40 40 078 A1 ist ein piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer, der mittels einem Träger mechanisch derart auf einem Substrat montiert ist, bekannt, bei welchem die Hauptempfindlichkeitsachse des Biegeelements in der Ebene des Substrates liegt. Hierbei ist der Träger gleichzeitig zur elektrischen Kontaktierung des Biegeelements, indem der mechanische Kontakt als elektrische Verbindung ausgebildet ist. Der dadurch erzielte Vorteil eines solchen Beschleunigungsaufnehmers, gegenüber dem Stand der Technik, ist in der guten mechanischen und thermischen Entkopplung sowie im einfachen Aufbau zu sehen.

Ein gewisser Nachteil dieses vorgeschlagenen Sensors ist darin zu sehen, dass dieser infolge seines speziellen Aufbaues nur zum Messen von Beschleunigungssignalen im unteren Frequenzbereich geeignet ist, jedoch nicht für Messaufgaben / Anwendungen zum Erfassen von Körperschallsignalen im höheren Frequenzbereich von ca. 5 kHz und aufwärts.

All diese Schriften offenbaren Insassenschutzsysteme bzw. Aufnehmersysteme, bei welchen die Systeme entweder mit jeweils mehreren Sensoren mit unterschiedlichem Wirkprinzip (Frequenzerfassungsbereich), bzw. unterschiedliche Sensortypen realisiert sind, oder der ein-

zelne Sensor über ein einziges begrenztes Empfindlichkeits-Spektrum oder über ein einziges breitbandiges Empfindlichkeits-Spektrum verfügt, damit sowohl die Fahrzeugbeschleunigung als auch die auf einen Crash zurückgehenden Körperschallsignale erfasst werden können, um anschließend aus diesen breitbandigen Sensor-Ausgangs-Signalen, mittels aufwendiger Filterschaltungen (Spektrum-Analysator), die gewünschten Nutzfrequenzanteile herausfiltern zu können.

Ebenso sind die bekannten Sensoren bzw. Sensorsysteme nicht zur Realisierung eines Insassenschutzsystems, welches beispielsweise nur mit zwei Sensoren aufgebaut wird, geeignet, da zur Bestimmung der Aufprallrichtung und des Auslösesignal in der geforderten Zeit, mit den Sensoren gemäß dem Stand der Technik, in Summe immer deutlich mehr als zwei Sensoren bzw. Sensorsysteme im Zentralgerät und den ausgelagerten Assistenten erforderlich sind. Ein hauptsächlicher Grund für die aufwendige Anzahl von Sensoren bzw. Sensorsysteme liegt darin begründet, dass die Sensoren bzw. Applikationen gemäß dem Stand der Technik, sofern diese sowohl longitudinale Körperschallwellen als auch Beschleunigungssignale erfassen können, aufbaubedingt (siehe DE 100 31 793 C1), jeweils eine unterschiedliche Empfindlichkeitsachse bzgl. der einzelnen unterschiedlichen Frequenz-Spektralanteilen besitzen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Weiterentwicklung bzw. eine Verbesserung der bereits bekannten Sensoren, insbesondere für Insassenschutzsysteme / Unfallschutzsysteme, zu schaffen, mittels welchen, aufbauend auf den bereits bekannten technischen Wirkprinzipien der Sensorsysteme, beispielsweise eine einfache sowie präzise Sensierung und Erkennung von unterschiedlichen Crasharten / Fahrsituationen / dynamischen Abläufen ermöglicht wird, wobei insbesondere die mechanische Realisierung, bzw. die Signalankopplung / der Signalpfad sowie der geometrischen Formgebung, insbesondere der Messwerteraufnahmerelemente, von besonderer Bedeutung sind, da mittels diesen Maßnahmen beispielsweise bevorzugte Frequenzbereiche am Ausgang des Sensorsystems / Aufnehmersystems (Auslösesensors) zur Verfügung gestellt werden bzw. gestellt werden können, damit ein aufwendiges herausfiltern der erforderlichen Frequenzen, mittels speziellen Filtereinrichtungen am Ausgang des Sensors, aus dem sonst üblichem breitbandigen Beschleunigungssignal entfällt, und/oder mit einer minimalen Anzahl von Sensoren ein Insassenschutz- / Unfallschutz- / Assistenzsystem realisiert werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1, 2 und 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, wobei auch Kombinationen und Weiterbildungen einzelner Merkmale miteinander denkbar sind.

Auf die einzelnen Funktionsprinzipien der bereits angesprochenen Basislösungen wird in dem nachfolgendem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel nicht mehr näher eingegangen, da das jeweilige Funktionsprinzip bzw. der Inhalt der jeweiligen Schriften, durch den Verweis in vollem Umfang als aufgenommen gilt, bzw. als Stand der Technik betrachtet werden kann.

Der Einfachheit halber werden nachfolgend z.T. nur einzelne Begriffe verwendet werden, wobei zu beachten ist, dass hierbei natürlich auch die für ein System erforderlichen, umgebenden Komponenten zu verstehen bzw. inbegriffen / einzubeziehen sind.

In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den dazugehörigen Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Zuhilfenahme der Figuren 1 bis 11 näher erläutert werden. Es sei bemerkt, dass der Einfachheit halber in der Figurbeschreibung meist nur der Überbegriff eines als Vertreter genannten Systems / Begriffs verwendet wird. Selbstverständlich sind darunter ebenso auch andere Systeme, mit vergleichbarem Funktionsprinzip bzw. Einrichtungen mit sinngemäßen Funktionen, zu verstehen.

Es zeigen

Figur 1: Eine prinzipielle mögliche Realisierung eines High-End-Insassenschutzsystems mit den erforderliche ausgelagerten Assistenzsensoren, gemäß dem Stand der Technik.

Figur 2: Eine prinzipielle mögliche Anordnung eines Insassenschutzsystems für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Stand der Technik, insbesondere die alternative Möglichkeit der Anordnung der Wirkrichtung der Beschleunigungsaufnehmer im Zentralgerät.



- Figur 3: Eine prinzipielle Realisierungsmöglichkeit hinsichtlich der Platzierung der mindestens zwei erforderlichen Auslösesensoren (4) im Fahrzeug.
- Figur 4: Eine prinzipielle Darstellung des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), mit seinen wesentlichen Komponenten, wobei zusätzlich zum Körperschallanteil optional ein Beschleunigungssignalanteil am Ausgang zur Verfügung gestellt wird.
- Figur 5: Einen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist.
- Figur 6: Eine Detaildarstellung der Anbringung des Messwertaufnehmer-elements (4.1) an den Träger (4.3).
- Figur 7: Eine mögliche Segmentierung / Anordnung des Messwertaufnehmerelements (4.1), in eine Vielzahl von Messwertaufnehmerelementen (4.1.x).
- Figur 8: Eine mögliche Segmentierung / Anordnung des Messwertaufnehmerelements (4.1), in eine Vielzahl von Messwertaufnehmerelementen (4.1.x).
- Figur 9: Einen alternativen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist.
- Figur 10: Eine Detaildarstellung der Kontaktierung / Kontaktstelle einer Signalübergangsstelle / Signalpfades, am Beispiel eine Montageblocks (11).
- Figur 11: Einen alternativen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist.

Figur 1 zeigt eine prinzipielle mögliche Anordnung eines High-End-Insassenschutzsystems für ein Kraftfahrzeug (1) gemäß dem Stand der Technik, insbesondere für eine schnelle Seitencrasherkenkung sowie einer sichere und schnelle Frontalcrasherkenkung, bestehend aus einem Zentralgerät (2) und den dazugehörenden ausgelagerten Assistenzsensoren (3.1.2) mit x-y-Sensierung, als auch den dazugehörenden ausgelagerten Assistenzsensoren (3.2, 3.3) mit x-Sensierung. Das Zentralgerät (2) / Steuergerät (2) ist zentral im Fahrzeug, vorzugsweise auf dem Tunnel des Fahrzeugs, angeordnet. Mittels diesem Zentralgerät / Steuergerät, sind die nicht näher dargestellten Insassenrückhaltemittel, wie Gurtstraffer, Airbag und Überrollschutzeinrichtungen verbunden, die im Falle eines Unfalls oder einer kritischen Situation, zeitlich zum optimalen richtigen Zeitpunkt zu aktivieren sind, damit der Fahrzeuginsasse oder die Fahrzeuginsassen einen möglichst effizienten Schutz durch die vorhandenen Schutzeinrichtungen erwarten / erlangen können.

Bei den seitlich am Fahrzeug angeordneten Assistenzsensoren (3.1.2) handelt es sich hierbei um sogenannte Seitensensoren, die vorwiegend zur Unterstützung zur Auswertung eines Seitencrashes oder einer Unfallsituation, bei dieser die Krafteinwirkung hauptsächlich von der Seite bzw. senkrecht um/zur Fahrzeuglängsachse erfolgt, benötigt werden, damit eine diesbezügliche Unfallcharakteristik zu einem frühen Zeitpunkt erkannt werden kann, um entsprechen handeln, bzw. die erforderlichen Insassenschutzeinrichtungen aktivieren, zu können. Die Wirkrichtung und/oder Empfindlichkeitsachsen der beschleunigungsempfindlichen Sensorelemente (Beschleunigungssensoren) in den Satellitensensoren sind hierbei primär in Richtung y-Achse / Fahrzeugquerachse ausgerichtet. Die neuesten Trends, wie gepunktet dargestellt, bei der Entwicklung dieser Seitensensoren / Seitensatelliten zeigen, dass diese Sensorelemente beinhalten, bei diesen das/die Sensorelement/e als zweidimensionales Element ausgebildet ist, oder aus zwei Einzelementen mit unterschiedlicher Wirkrichtung / Wirkrichtungssachse realisiert ist, damit sowohl die y-Richtung als auch die x-Richtung abgedeckt wird.

Die zusätzlichen Beschleunigungsaufnehmer in x-Richtung in den Satelliten (3.1.2), haben hierbei primär die Aufgabe, eine Plausibilisierung für Aufprallarten von der versetzten Fahrzeuglängsachse kommend zu bilden, da erfahrungsgemäß diese Unfallszenarien, infolge der weichen Blechstruktur im Kotflügelbereich, schwierig, im erforderlichen zeitlichen Rahmen, zu detektieren sind.

Bei den im vorderen Bereich am Fahrzeug angeordneten Assistenzsensoren (3.2, 3.3) handelt es sich hierbei um sogenannte Upfrontsensoren, die vorwiegend zur Unterstützung zur Auswertung eines Frontalcrashs oder einer Unfallsituation, bei dieser die Krafteinwirkung hauptsächlich von vorne erfolgt, benötigt werden, damit eine diesbezügliche Unfallcharakteristik zu einem frühen Zeitpunkt erkannt werden kann, um entsprechend handeln, bzw. die erforderlichen Insassenschutzeinrichtungen aktivieren, zu können. Je nach Fahrzeugtype kann es hierbei erforderlich sein, dass zur sicheren Erfassung der Crashsituationen zwei Upfrontsensoren (3.2), je außermittig der Fahrzeuglängsachse angeordnet, erforderlich sind, oder dass infolge der Fahrzeugstruktur bereits ein einziger Upfrontsensor (3.3), vorzugsweise mittig zur Fahrzeuglängsachse, zur sicheren Erfassung der Beschleunigungs- / Verzögerungssignaturen / Veränderungssignaturen ausreichend ist, um daraus die zur Erfindung erforderlichen Arbeitssignale generieren zu können.

Die Wirkrichtung und/oder Empfindlichkeitsachsen der beschleunigungsempfindlichen Sensorelemente (Beschleunigungssensoren) in den Satellitensensoren sind hierbei in Richtung x-Achse / Fahrzeuglängsachse ausgerichtet.

Der Grund, dass bei den bisherigen High-End-Insassenschutzsystems für ein Kraftfahrzeug (1) gemäß dem Stand der Technik, die sogenannten Assistenzsensoren / Satelliten möglichst nahe an der Fahrzeugaußenhaut angebracht wurden, ist darin begründet, dass insbesondere bei den Unfallszenarios von der Seite, oder bei Unfallszenarios von Vorne auf pfahlförmige Hindernisse, schnelle als auch sichere Auslösezeitpunkte gefordert sind, da zum einen die Fahrzeug-Knautschzone von der Seite nicht sehr ausgiebig ausgeprägt ist, und zum anderen die bei einem Pfahl zu sensierenden Beschleunigungssignale im Zentralgerät / Tunnelbereich, nicht in der erforderlichen Amplitude als auch geforderten Geschwindigkeit, wegen der Beschleunigungssignalverzögerung, zur zeitigen Auswertung zur Verfügung stehen.

Figur 2 zeigt eine prinzipielle mögliche Anordnung eines Insassenschutzsystems für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Stand der Technik, insbesondere die alternative Möglichkeit der Anordnung der Wirkrichtung der Beschleunigungsaufnehmer im Zentralgerät.

Bei der Ausrichtung der Wirkrichtung und/oder Empfindlichkeitsachse der beschleunigungs-empfindlichen Sensorelemente (Beschleunigungssensoren) in den Zentralgeräten, sind im Prinzip alle denkbaren Winkelanordnungen möglich, da mittels zwei Beschleunigungsaufnehmern, die in einer unterschiedlichen Richtung zueinander ausgerichtet sind, durch Umrechnung der resultierenden Beschleunigungsvektoren, sich eine Ebene komplett abbilden lässt.

In der Realität haben sich jedoch in den Zentralgeräten, welche über zwei Beschleunigungssensoren verfügen, zwei bevorzugte Varianten herauskristallisiert, wie diese in der Figur 2 dargestellt sind und auch in vielen Patentanmeldungen wiederzufinden sind.

Die Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer im Zentralgerät parallel zur Fahrzeuglängsachse & Fahrzeugquerachse, sind beispielsweise aus den Anmeldeschriften EP 0 434 679 B1 & US 5,737,224 bekannt.

Die Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer im Zentralgerät in  $\pm 45$  Grad zur Fahrzeuglängsachse, sind beispielsweise aus den Anmeldeschriften DE 38 16 588 C2 bis DE 38 16 591 C2, EP 0 292 669 B2 & EP 0 311 039 A2 bekannt.

Figur 3 zeigt eine Realisierungsmöglichkeit hinsichtlich der Platzierung der Auslösesensoren (4), gemäß den Vorteilen der Erfindung. Aufgrund der physikalischen Besonderheiten der erfindungsgemäßen Auslösesensoren (4), ist eine Platzierung dieser Sensoren in unmittelbarer Nähe zur Fahrzeugaußenhaut nicht erforderlich, da die Körperschallsignallaufzeit, der bei einem Unfall erzeugten Körperschallsignalanteile / Körperschallsignalkomponenten / Körperschallspektralanteile im Frequenzbereich von größer 4 kHz, ungeachtet ob in longitudinaler oder in transversaler Schwingungsausprägung, sich deutlich schneller durch das Fahrzeug (1) bewegen, als die bei einem Unfall erzeugten Beschleunigungssignalanteile im Frequenzbereich von kleiner 500 Hz. So ist es für typische Applikationen ausreichend, dass die Platzierung der erfindungsgemäßen Auslösesensoren (4) im Inneren bzw. in geschützten Hohlräumen am / des Fahrgastraum/es, bzw. im Umgebungsbereich des Zentralgerätes (2), als auch direkt im Zentralgerät (2), erfolgen kann. Aufgrund der Empfindlichkeitscharakteristik / Richtungsempfindlichkeit der Auslösesensoren (4), lässt sich hierbei nach bekannter Weise, bereits mit einem Auslösesensor (4) eine Fläche in X-Y-

Ebene / X-Y-Ausrichtung zur Unfallüberwachung abdecken, so dass bereits mit nur einem der erfindungsgemäßen Auslösesensoren (4), sich ein Insassenschutzsystem gemäß den jetzigen Stand der Technik hinsichtlich der gängigen Insassenschutzsystem-Spezifikationen abbilden lässt. Die Eingangsdiskutierte Signalplausibilisierung erfolgt hierbei beispielsweise mit den Signalen eines zweiten Auslösesensors, oder alternativ mit den zweiten / weiteren Signalanteilen im anderen Frequenzbereich des eigenen Auslösesensors (4). Aufgrund der unterschiedlichen Platzierungsmöglichkeiten im Fahrzeug (1), sowie der unterschiedlichen Amplituden der auftretenden Signalanteile, ist es von Vorteilen, wenn der Auslösesensor (4) derart ausgebildet ist, dass dessen Beschleunigungsempfindlichkeitsbereich im Herstellungsprozess je nach Anwendung in einem Bereich von  $\pm 1$  g bis  $\pm 1000$  g vorgebar ist, damit, im praktischen Einsatz eine Übersteuerung des Auslösesensors (4) bzw. der integrierten Signalaufbereitungsschaltung / Verstärkerschaltung vermieden wird. Die Forderung bzw. Anforderung für einen höheren Beschleunigungserfassungsbereich von ca.  $\pm 1000$  g, bzw. eine größere zu erfassende Beschleunigungsdynamik, ist beispielsweise dann gegeben, wenn der Auslösesensor, für besondere Applikationszwecke, wie zum Beispiel Fußgängerschutzvorrichtungen zum Einsatz gelangt, bei diesem der Auslösesensor (4), infolge der geringen Masse des Fußgängers, beispielsweise in der Stoßstange angeordnet wird, in dieser bei einem Frontalcrash mit einem anderen Fahrzeug, erhebliche Beschleunigungen auftreten können. Der Deutlichkeit sei hier angefügt, dass Aufgrund der Empfindlichkeitscharakteristik / Richtungsempfindlichkeit der Auslösesensoren (4), sich hierbei nach bekannter Weise, bereits mit einem Auslösesensor (4) eine Fläche in X-Y-Ebene / X-Y-Ausrichtung zur Unfallüberwachung abdecken lässt, jedoch es für bestimmte Anwendungsfälle, wie beispielsweise Fußgängerschutz oder zusätzlicher Signal-Redundanzen, eine zusätzliche Einbeziehung von weiteren Auslösesensoren (4) oder herkömmlichen Auslösesensoren nicht auszuschließen ist. Weitere beispielhafte Anwendungsfälle des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), bei diesen unterschiedliche Empfindlichkeitsbereiche und/infolge unterschiedliche Einbauplatzierungen erforderlich werden, sind u.a. Applikationsbeispiele, bei diesen der Auslösesensor (4) als Datenquelle zur Auslösung / Einleitung von Aktionen (z.B. Erzeugung einer Warn- / Fehlermeldung) dient, die Aufgrund des Überwachungsergebnisses bzw. des daraus abgeleiteten Auslöseereignisses aus den Daten des Auslösesensors (4) generiert wird / wurde. Zu diesen Applikationen, bei diesen der Auslösesensor (4) als Auslöser für eine oder mehrere Aktion/en verwendet wird, sind beispielsweise die Anwendungsfälle

- von Diagnosesystemen oder einer Lagerüberwachung (Kugel- / Rollenlagerüberwachung) aufgrund einer Schwingungsanalyse an den relevanten Stellen
- einer Fahrbahnzustandsüberwachung aufgrund einer Schwingungsanalyse der im Fahrwerk auftretenden Schwingungen
- Stabilitäts- & Bremssysteme in Fahrzeugen aufgrund von Veränderungsvorgängen
- von Kfz-Fahrdynamikregelungssystemen, infolge der Fahrbahnbeschaffenheit

zu nennen, bei diesen die Auslösesensoren dynamische situationsbedingte Betriebszustände überwachen / erfassen, und entsprechend Ihren Aufgaben, entsprechend am entsprechenden Ort mit der erforderlichen Ausrichtung der Empfindlichkeitsachse/n zu montieren sind.

Figur 4 zeigt eine Realisierungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Auslösesensor (4), wobei zusätzlich zum Körperschallanteil optional ein Beschleunigungssignalanteil am Ausgang zur Verfügung gestellt wird, welcher wie dargestellt im einfachstem Falle aus einem Sensorelement / Messwertaufnehmerelement (4.1) besteht, welches auf einem nicht näher dargestellten Träger des Auslösesensors (4) befestigt / geklebt / kraftschlüssig / formschlüssig verbunden ist und mit einer im Auslösesensor (4) integrierten Verstärkerschaltung / Signalaufbereitungsschaltung (4.2) verbunden ist. Die integrierte Verstärkerschaltung / Signalaufbereitungsschaltung (4.2) dient zur Aufbereitung, der Messsignale vom Messwertaufnehmerelement (4.1) (Körperschall-Spektralanteile & ggfls. Beschleunigungsspektralanteile), bzw. Anpassung der Ausgangssignale für die der Verstärkerschaltung / Signalaufbereitungsschaltung (4.2) nachgeschalteten bzw. verbundenen Auswerteeinheit (2.1), welche im Regelfall ein  $\mu P$  in der Zentraleinheit / im Zentralgerät (2) ist, zur weiteren Bearbeitung. Hierbei können sowohl die Signale entsprechend mit einem entsprechenden Filter (4.2) mit einer Filtercharakteristik geformt werden, so dass die resultierenden / ausschnittsweise verbleibenden Signale an der Ausgangsschnittstelle (4.2.1) mit einem Analog/Digital-Wandler abgetastet werden können, oder aber auch mittels einer nicht näher dargestellten internen Analog/Digital-Signalwandlereinheit derart angepasst werden, dass die Signale an der Ausgangsschnittstelle (4.2.1) mit einer digitalen Schnittstelle erfasst werden können, so dass keine zusätzliche externe aufwendige Signalfilterung mehr erforderlich sind.

Bei dem nicht näher dargestellten Träger (4.3), kann es sich beispielsweise, um einen Verdrahtungsträger. Eine Leiterplattenmaterial, ein Folienmaterial oder ein Keramik-Substrat handeln, welches zur weiteren Montage in ein Gehäuse geeignet ist, als auch beispielsweise, insbesondere bei auf Halbleiter basierenden Technologien (ASIC-Bereich), um ein sogenanntes Lead-Frame handeln, wobei bei diversen Lösungen, vorzugsweise eine sogenannte Mold-Masse als „Gehäuse“ zur Anwendung bzw. „Verpackung“ des Auslösesensors (4) gelangt.

Wie in der Beschreibung zur Figur 3 bereits erwähnt, ist aufgrund der unterschiedlichen Platzierungsmöglichkeiten der Auslösesensoren (4) im Fahrzeug (1), sowie der unterschiedlichen Amplituden der auftretenden Signalanteile, es von Vorteilen, wenn der Auslösesensor (4), sofern dieser über einen Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4) verfügt, derart ausgebildet ist, dass dessen Beschleunigungsempfindlichkeitsbereich im Herstellungsprozess, oder mittels Parametrisierung / Programmierung, je nach Anwendung in einem Bereich von  $\pm 1$  g bis  $\pm 1000$  g vorgebar ist, damit, im praktischen Einsatz eine Übersteuerung des Auslösesensors (4) bzw. der integrierten Signalaufbereitungsschaltung / Verstärkerschaltung (4.2) vermieden wird.

Figur 5 zeigt einen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist. Wie aus der Physik allgemein bekannt ist, bzw. in der EP 1 019 271 B1 bei der Würdigung des Standes der Technik beschrieben ist, sind Körperschallwellen hinsichtlich ihrer Ausbreitungsform in longitudinale (6.1) und transversale (6.2) Körperschallwellen zu unterscheiden. Bei den transversalen Körperschallwellen (6.2) handelt es sich um Wellen, deren Schwingungsausrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (6) steht, wie dieses auch beispielsweise bei allen elektromagnetischen Wellen vorzufinden ist. Bei den longitudinalen Körperschallwellen (6.1) handelt es sich hingegen um Wellen, deren Schwingungsrichtung längs / parallel zur Ausbreitungsrichtung (6) / Fortpflanzungsrichtung (6) verlaufen. Nachteilig an den longitudinalen Körperschallwellen (6.1) ist die Eigenheit, dass diese nur in

geringen Amplituden und nur in Stoßrichtung (6) verlaufend auftreten, so dass ein hoher Verstärkungs- und Auswerteaufwand erforderlich ist, um ausreichend Informationen aus dem Körperschall, bzw. aus dem physikalischen Stress der auf das Material einwirkt, entnehmen zu können (EP 1 019 271 B1 – Spalte 1 Zeile 22 bis 30). Hierbei gilt es beispielsweise zu beachten, dass bei der Aufbereitung / Verstärkung der longitudinalen Körperschallwellen (6.1) eine ausreichende Dynamik in der Verarbeitungseinheit (4.2) zur Verfügung steht, damit die Verarbeitungseinheit (4.2) / Verstärkerschaltung (4.2) / Signalaufbereitungsschaltung (4.2), nicht in einer Übersteuerung, bedingt durch die überlagerten stärker auftretenden transversalen Körperschallwellen (6.2), betrieben werden, sofern die überlagerten (störenden / unerwünscht) auftretenden transversalen Körperschallwellen (6.2) in der Ankopplung des Messwertaufnehmerelements (4.1) auf der Trägerplatte (4.3) nicht ausreichend gedämpft, bzw. in der konstruktiven Realisierung des Messwertaufnehmerelements (4.1) nicht ausreichend unterbunden / verhindert werden können. In ähnlicher Weise verhält es sich beispielsweise, sofern beispielsweise ein Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4) vorhanden ist, mit den Beschleunigungssignalen im unteren Frequenzbereich, welche eine große kinetische Energie beinhalten und an das Messaufnehmerelement (4.1) bzw. an den Auslösesensor herangeführt und von diesen aufgenommen werden können müssen. Ein Vorteil der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), gegenüber den transversalen Körperschallwellen (6.2), ist darin zu sehen, dass die longitudinalen Körperschallwellen (6.1) eine Ausbreitungsrichtung / Fortpflanzungsrichtung besitzen, welche in Stoßrichtung (6) verläuft, so dass bereits anhand von mit nur einem des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), die in einer beispielsweise geeigneten Einbaurichtung in der X-Y-Ebene, sich hierbei nach bekannter Art und Weise, eine Fläche in X-Y-Ebene / X-Y-Ausrichtung zur Unfallüberwachung abdecken lässt.

Wie aus der Figur 5 zu entnehmen ist, besteht das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / der erfindungsgemäße Auslösesensor (4), mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4), zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz erfassen kann, aus einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat, Folie oder Verdrahtungsträger / Leadframe ausgebildet ist, an diesen mittels einer Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1), ausgeführt als kraftschlüssige



und/oder weitgehend formschlüssige Verbindung, ein Messwertaufnehmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist, angebracht ist. Auf der gegenüberliegenden Seite / Fläche des Trägers (4.3), befindet sich eine aktive elektrische Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und sofern das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4) Beschleunigungssignale bzw. ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen können soll, ein Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4), insbesondere in Piezotechnologie oder Mikromechanik realisiert. Der Trägers (4.3), sowie die zum Teil darauf befindlichen Elemente (4.2, 4.4) als auch die Kontaktierungselemente, welche vorzugsweise als Leadframe (4.9) ausgebildet sind, sind partiell mit einer Moldmasse (4.7) / einem Moldmaterial (4.7), vergleichbar mit bekannten ASIC-Moldmaterialien, zu einem Sensorkörper (4.0), umspritzt. Die elektrische Anbindung der erforderlichen Leadframe-Kontakte (4.9) des Sensorkörpers (4.0) nach Außen bzw. zum Gehäusestecker / Anschlussstecker (8.2) erfolgt mittels den damit kontaktierten / verbundenen Steckerpins (8.1). Der Sensorkörpers (4.0) ist mittels eines geeigneten Vergusses (4.6) / einer geeigneten Vergussmasse (4.6) im umgebenden Gehäuse (4.10) fixiert bzw. vergossen.

Wie aus der Figur 5 weiter zu entnehmen ist, erfolgt die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung, zwischen dem Messwertaufnehmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels einer elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1), welche eine Beeinflussung der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung hat. Mittels der elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) erfolgt hierbei eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreicht.

Mittels der kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung zwischen dem Träger (4.3) und dem Messwertaufnehmerelement (4.1), die vorzugsweise als Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1) ausgeführt ist, wird gleichzeitig eine elektrische Signalübertragung, bzw. wird gleichzeitig eine Vielzahl von elektrischen Kontaktstellen ermöglicht.

Das den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) teilweise / partiell umgebenden Moldmaterial (4.7), bildet einen Schutz für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) und bildet mit der Formgebung des Sensorkörpers (4.0), eine Montagehilfe für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) für den/die darauffolgenden weiterführenden Verarbeitungsschritte dar, indem der Sensorkörper (4.0) wie dargestellt, mittels eines Vergusses (4.6) im zumindest teilweise umgebenden Gehäuse (4.10) zumindest teilweise eingegossen / fixiert ist.

Das teilweise umgebenden Gehäuse (4.10) ist dafür vorbereitet, dass dieses mit der Fahrzeugstruktur (5) mittels einer umlaufenden Verbindung (9) / Verbindungsstelle (9) / Verbindungsnaht (9) verbindbar ist, wobei die umlaufenden Verbindung (9) / Verbindungsstelle (9) / Verbindungsnaht (9) als Schweiß-, Löt-, oder Klebeverbindung ausgeführt sein kann, und je nach Vergussfülle (4.6) dabei ein gewisser Hohlraum (10) wegen der auftretenden / vorliegenden Toleranzen verbleibt. Im Bereich der Messwertaufnehmerelementes (4.1), sorgt die elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1), neben der Signalankopplung, für den erforderlichen Toleranzausgleich zwischen dem Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) und der Fahrzeugstruktur (5).

Zusätzlich zur umlaufenden Verbindung (9) / Verbindungsstelle (9) / Verbindungsnaht (9), insbesondere wenn diese als Klebeverbindung ausgeführt wird, kann diese mittels einer zusätzlichen nicht näher dargestellten mechanischen Fixierung, vorzugsweise als Klemm- oder Schraubverbindung ausgeführt, unterstützt werden, damit beispielsweise der Montageprozess im Fahrzeug (5) vereinfacht wird, bzw. die Trocken- / Aushärtezeiten nicht abgewartet werden müssen.

Das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches für Diagnose- und Sicherheitsvorrichtung geeignet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Messwertaufnehmerelement (4.1) besonders geeignet ist, um Körperschallwellen, insbesondere longitudinale Körperschallwellen (6.1), zu erfassen, und dadurch Erkennungsvorrichtungen bzw. entsprechende weiterführende Steuergeräte zur Überwachung / Auswertung für Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen realisiert werden können. Bei den auf das

erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) einwirkenden Kräfte, kann es sich um Axial-, Biege-, Scher-, Torsionskräfte und gegebenenfalls Beschleunigungskräfte handeln.

Figur 6 zeigt eine Detaildarstellung der Anbringung des Messwertaufnehmerelements (4.1) an den Träger (4.3), aus der Figur 5.

Wie aus der Figur 6 zu entnehmen ist, besteht das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / der erfindungsgemäße Auslösesensor (4) im Detail (Detail vom Detail), aus einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Leadframe / Folie ausgebildet ist, an diesen mittels einer Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1), ausgeführt als kraftschlüssige und/oder weitgehend formschlüssige Verbindung, ein Messwertaufnehmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist, angebracht ist (die Kontaktfläche / „Kontakt-Ball“ / „Bump“ (4.3.2) ist deutlich geringer, wie im rechten Detail der Figur dargestellt, so das es auch zu einer Verbindung zwischen dem Träger (4.3) und der Kontaktierschicht (4.8.1), wie in der Mitte der Figur dargestellt, kommt.) Wie im rechten Detail ersichtlich ist, wird die gemeinsame aufgebrachte Elektrode (4.1.1) des Messwertaufnehmerelements (4.1) mittels einer partiellen Kontaktierschicht (4.8.1) weiter über eine Kontaktfläche / „Kontakt-Ball“ / „Bump“ (4.3.2) zur einer Durchkontaktierung (4.3.1) geführt, welche durch den Träger (4.3) hindurch zu einer Verdrahtungsleitung (4.3.3) führt, und somit die gemeinsame aufgebrachte Elektrode (4.1.1) mit der aktive elektrische Signalaufbereitungskomponente (4.2) verbindet. Neben der gemeinsame aufgebrachte Elektrode (4.1.1) des Messwertaufnehmerelements (4.1) ist eine weitere aufgebrachte Elektrode / Messelektrode (4.1.2) gezeigt, die je nach Anwendungszweck des erfindungsgemäßen Aufnehmersystems / der erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), in mehrere Einzelelektroden (4.1.x), wie in den Figuren 7 und 8 je als „Schnitt A-B“ dargestellt, segmentiert sein kann.

Weiterhin ist auf der gegenüberliegenden Seite / Fläche des Trägers (4.1), im Bezug zum Messwertaufnehmerelements (4.1), ein Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4), welcher/s insbesondere in Piezotechnologie oder Mikromechanik realisiert ist, montiert, damit neben den longitudinalen Körperschallwellen (6.1) auch die Beschleunigungssignale bzw. ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz erfasst werden können.

Figur 7 zeigt eine mögliche Segmentierung / Anordnung des Messwertaufnehmerelements (4.1), in einer Vielzahl von aufgetragenen Messwertaufnehmerelementen (4.1.x). Unter dem Begriff „aufgetragene“ ist hierbei zu verstehen, dass die Messwertaufnehmerelemente (4.1.x), bzw. die gemeinsame Elektrode (4.1.1), feste Bestandteile des Messwertaufnehmerelements (4.1) sind. Zusätzlich ist die gemeinsame Elektrode (4.1.1), für die vielen Messwertaufnehmerelemente (4.1.x), des Messwertaufnehmerelements (4.1) zu sehen. Das Messwertaufnehmerelement (4.1) ist hierbei in eine Vielzahl / Mehrzahl von eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmenten (Einzelelektroden - einzelne Messelektroden) unterteilt.

In der oberen Darstellung der Figur 7 (Figur 7.1) ist eine Facetten-Anordnung (4.1.3) der Segmentierung des Messwertaufnehmerelements (4.1) zu sehen.

In der unteren Darstellung der Figur 7 (Figur 7.2) ist eine Array-Anordnung (4.1.4) der Segmentierung des Messwertaufnehmerelements (4.1) zu sehen.

Versuche in der Praxis haben ergeben, dass für eine flächenhafte Auswertung (z.B. Auswertung der x-y-Ebene in einem Kraftfahrzeug) der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), mindestens 8 eigenständige / separate physikalisch-elektrische Segmente (4.1.3, 4.1.4) (einzelne Messelektroden) erforderlich sind, um eine Auswertung der Ausbreitungsrichtung, bezogen auf 360 Grad, zuverlässig feststellen zu können. Mit weiteren bzw. steigender Anzahl von eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmenten (4.1.3, 4.1.4), ist möglich, eine Auswertung und/oder Differenzierung von mehreren überlagerten unabhängigen Wellen durchzuführen.

Je nach Anzahl der eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmente (4.1.3, 4.1.4) des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4), eignet sich das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4), zur Auswertung und/oder Differenzierung von überlagerten unabhängigen Wellen, um damit bereits mit einem einzigen Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches an einer zentralen Stelle im Fahrzeug (1) und/oder im Steuergerät (2) montiert ist,

- die Anforderungen zur Realisierung eines Insassenschutzsystems zu erfüllen, oder
- eine Richtungsauswertung der auftretenden Körperschallwellen durchführen zu können, oder
- eine Ortung der Signalquelle und/oder des Signalorts durchführen zu können, oder

- eine Spektralanalyse der einzelnen auftretenden Körperschallwellen durchführen zu können, um damit Diagnosevorrichtungen bzw. Erkennungsvorrichtungen für Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Zustand von Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen realisieren zu können, oder
- eine Amplitudendemodulation und/oder Frequenzdemodulation der Messgrößen durchführen zu können, oder
- einen durchstimbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner realisieren zu können, oder
- eine FFT und/oder eine Kurzzeit-FFT durchführen zu können, oder
- einen Parameterschätzer realisieren zu können, oder
- diverse statistische Kenngrößen ermitteln zu können, oder
- diverse Filterfunktionen nachbilden zu können.

Neben der Anzahl der eigenständigen / separaten physikalisch-elektrische Segmente (4.1.3, 4.1.4) des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4) hat auch die geometrischen Formgebung bzw. die Anordnung der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) einen Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen.

Mittels der Formgebung bzw. die Anordnung der eigenständigen / separaten physikalisch-elektrische Segmente (4.1.3, 4.1.4) des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4), lässt sich ebenso wie mittels der elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) bzw. mittels der elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2), eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreichen.

Falls beispielsweise ein Bewegungsablauf gemessen werden soll, so sind die Abmessungen der Sensierungsflächen der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) kleiner / kürzer, bzw. kleiner / kürzer beabstandet zu realisieren, als die kürzeste zu erfassende Wellenlänge ist.

Soll hingegen beispielsweise ein Wellenfilter realisiert werden, so sind die Abmessungen der Sensierungsflächen der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) größer / länger, bzw. größer / länger beabstandet zu realisieren, als die längste zu erfassende Wellenlänge ist.

Das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches für Diagnose- und Sicherheitsvorrichtung geeignet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Messwertaufnehmerelement (4.1) besonders geeignet ist, um Körperschallwellen, insbesondere longitudinale Körperschallwellen (6.1), zu erfassen, und dadurch Erkennungsvorrichtungen bzw. entsprechende weiterführende Steuergeräte zur Überwachung / Auswertung für Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbelagen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen realisiert werden können. Bei den auf das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) einwirkenden Kräfte, kann es sich um Axial-, Biege-, Scher-, Torsionskräfte und gegebenenfalls Beschleunigungskräfte handeln.

Figur 8 zeigt eine mögliche Segmentierung / Anordnung des Messwertaufnehmerelements (4.1), in einer Vielzahl von Messwertaufnehmerelementen (4.1.x).

In der oberen Darstellung der Figur 8 (Figur 8.1) ist eine Digital-Elektroden-Anordnung (4.1.5) der Segmentierung des Messwertaufnehmerelements (4.1) zu sehen.

In der unteren Darstellung der Figur 8 (Figur 8.2) ist eine Selbsttest-Elektrode (4.1.6), mit einer einzelnen Elektrode / Messelektrode (4.1.2), der Segmentierung des Messwertaufnehmerelements (4.1) zu sehen.

Versuche in der Praxis haben ergeben, dass mittels einer Digital-Elektroden-Anordnung (4.1.5) der Segmentierung des Messwertaufnehmerelements (4.1), je nach Formgebung, bestimmte Filtercharakteristiken des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4) zur Filterung der longitudinalen Körperschallwellen (6.1) realisieren lassen. Hierzu sind, neben der gemeinsamen Elektrode (4.1.1), mindestens 2 eigenständige / separate physikalisch-elektrische Segmente (4.1.5) (einzelne Messelektroden) erforderlich, um eine entsprechende Filtercharakteristik einzustellen.

Auch hierbei hat, wie bei Figur 7, die geometrischen Formgebung bzw. die Anordnung der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) einen Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen.

Mittels der Formgebung bzw. die Anordnung der eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmente (4.1.5) des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4), lässt sich ebenso wie mittels der elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) bzw.

mittels der elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2), eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreichen.

Falls beispielsweise ein Bewegungsablauf gemessen werden soll, so sind die Abmessungen der Sensierungsflächen der Digital-Elektroden (4.1.5) (Einzelelektroden) kleiner / kürzer, bzw. kleiner / kürzer beabstandet zu realisieren, als die kürzeste zu erfassende Wellenlänge ist.

Soll hingegen beispielsweise ein Wellenfilter realisiert werden, so sind die Abmessungen der Sensierungsflächen der Digital-Elektroden (4.1.5) (Einzelelektroden) größer / länger, bzw. größer / länger beabstandet zu realisieren, als die längste zu erfassende Wellenlänge ist.

Weitere Versuche in der Praxis haben ebenso ergeben, dass mittels einer Selbsttest-Elektrode (4.1.6), in Verbindung mit einer einzelnen Elektrode / Messelektrode (4.1.2), sich in einfachster Weise eine Selbsttestfähigkeit des erfindungsgemäßen Aufnehmersystems / Auslösesensors (4) realisieren lässt, indem mittels einer Selbsttest-Elektrode (4.1.6) eine Signaleinspeisung auf das Messwertaufnahmerelement (4.1) vorgenommen wird, und dieses Signal, welches infolge einer „Verkopplung“, an einer oder mehreren einzelnen Elektrode / Messelektrode (4.1.2), bzw. an einer Vielzahl von Messwertaufnahmerelementen (4.1.x) erscheint und überprüft wird / werden kann.

Hierzu sind, neben der gemeinsamen Elektrode (4.1.1), wieder mindestens 2 eigenständige / separate physikalisch-elektrische Segmente (4.1.2, 4.1.6) (einzelne Messelektroden) erforderlich, um eine Testmöglichkeit des erfindungsgemäßen Aufnehmersystems / Auslösesensors (4) zu realisieren.

Figur 9 zeigt einen alternativen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist. Wie in Figur 5 sind auch hier die Körperschallwellen hinsichtlich ihrer Ausbreitungsform in longitudinale (6.1) und transversale (6.2) Körperschallwellen zu unterscheiden. Bei den

transversalen Körperschallwellen (6.2) handelt es sich um Wellen, deren Schwingungsausrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (6) steht, wie dieses auch beispielsweise bei allen elektromagnetischen Wellen vorzufinden ist. Bei den longitudinalen Körperschallwellen (6.1) handelt es sich hingegen um Wellen, deren Schwingungsrichtung längs / parallel zur Ausbreitungsrichtung (6) / Fortpflanzungsrichtung (6) verlaufen. Hierbei sind wieder die selben nachteiligen Eigenschaften / Eigenheiten der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), sowie Gegebenheiten bzw. bei der Umsetzung zu Beachtendes, anzuführen, wie dies bei der Beschreibung zur Figur 5 bereits erfolgt ist.

Wie aus der Figur 9 zu entnehmen ist, besteht das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / der erfindungsgemäße Auslösesensor (4), mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4), zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz erfassen kann, aus einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Leadframe ausgebildet ist, an diesen mittels einer elastischen Kontaktierung (4.8.2), welche eine Vielzahl von elektrischen Kontaktstellen ermöglicht, ein Messwertaufnahmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist, angebracht / kontaktiert ist. Auf der gegenüberliegenden Seite / Fläche des Trägers (4.3), befindet sich eine aktive elektrische Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und sofern das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4) Beschleunigungssignale bzw. ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen können soll, ein Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4). Der Träger (4.3), sowie die darauf befindlichen Elemente (4.2, 4.4) als auch die Kontaktierungselemente, welche vorzugsweise als Bondverbindungen (4.8.2) ausgebildet sind, sind von einem hermetisch dichtem umgebenden Hybrid-Gehäuse (4.5), bestehend aus einem Hybrid-Gehäuseboden (4.5.1) und einem Hybrid-Gehäuse-Deckel (4.5.2), umgeben / eingeschlossen. Die elektrische Anbindung der erforderlichen Kontakte nach Außen erfolgt mittels den elastischen Kontaktierungen (4.8.2), welche vorzugsweise als Bondverbindungen ausgeführt sind, mit den damit kontaktierten / verbundenen Steckerpins (8.1), die vorzugsweise, bzw. in diesem Beispiel, als Glasdurchführungen des Hybrid-Gehäuse-Bodens (4.5.1) ausgeführt sind.



Das Messwertaufnehmerelement (4.1) ist hierbei mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als visko-elastische Befestigungsschicht (7.2) ausgeführt ist, mit dem Hybrid-Gehäuse-Boden (4.5.1) verbunden, wobei die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), zwischen dem Messwertaufnehmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5) – wie gestrichelt angedeutet –,

- mittels einer elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2),
- über das Hybrid-Gehäuse (4.5), insbesondere dem Hybrid-Gehäuse-Boden (4.5.1),
- und gegebenenfalls über geeignete Montagemittel / einen geeigneten Montageblock (11),

erfolgt.

Wie aus der Figur 9 zu entnehmen ist, erfolgt die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung, zwischen dem Messwertaufnehmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels einer elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2), welche eine Beeinflussung der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung hat. Mittels der elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2) erfolgt hierbei eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreicht.

Das den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) umgebenden Hybrid-Gehäuse (4.5), bildet einen Schutz, zum Beispiel vor Feuchtigkeit, für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) und bildet mit der Formgebung des Hybrid-Gehäuses (4.5), eine Montagehilfe für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) für den/die darauffolgenden weiterführenden Verarbeitungsschritte dar. Diese können wie dargestellt darin bestehen, dass der Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1), bzw. das umgebende Hybrid-Gehäuse (4.5), mittels eines Vergusses im entstehenden Hohlraum (10),

im zumindest teilweise umgebenden Montageblock (11) zumindest teilweise eingegossen / fixiert werden kann.

Das umgebenden Gehäuse (4.5) ist dafür vorbereitet, dass dieses mit einem geeignetem Montageblock (11) bzw. direkt mit der Fahrzeugstruktur (5) mittels einer Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1) verbindbar ist, wobei die Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1) als Schweiß-, Löt-, oder Klebeverbindung ausgeführt sein kann. Im Bereich des Montageblocks (11), sorgt die Formgebung des Montageblocks, oder des Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), im Kontaktbereich für den erforderlichen Toleranzausgleich zwischen dem Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) und der Fahrzeugstruktur (5). Der gezeigte Montageblock (11) ist hierbei jedoch nicht zwingend erforderlich, wenn die Fahrzeugstruktur (5) eine Aufnahme aufweist, welche als Gegenstück zum Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) ausgebildet ist, oder eine Ausformung aufweist, wie diese der Montageblock (11) hätte.

Zusätzlich zur Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1), insbesondere wenn diese als Klebeverbindung ausgeführt wird, kann diese mittels einer zusätzlichen nicht näher dargestellten mechanischen Fixierung, vorzugsweise als Klemm- oder Schraubverbindung ausgeführt, unterstützt werden, damit beispielsweise der Montageprozess im Fahrzeug (5) vereinfacht wird, bzw. die Trocken- / Aushärtezeiten nicht verlängert werden müssen.

Der Montageblock (11) ist mit der Fahrzeugstruktur (5) mittels einer Verbindung / Verbindungsstelle, die wie in der Figur gezeigt als Befestigungsschraube/n (12) realisiert ist, verbunden, wobei diese Verbindung / Verbindungsstelle zusätzlich oder alternativ mit einer Schraub-, Schweiß-, Löt-, oder Klebeverbindung ausgeführt sein kann.

Das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches für Diagnose- und Sicherheitsvorrichtung geeignet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Messwertaufnahmerelement (4.1) besonders geeignet ist, um Körperschallwellen, insbesondere longitudinale Körperschallwellen (6.1), zu erfassen, und dadurch Erkennungsvorrichtungen bzw. entsprechende weiterführende Steuergeräte zur Überwachung

/ Auswertung für Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnelagen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen realisiert werden können. Bei den auf das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) einwirkenden Kräfte, kann es sich um Axial-, Biege-, Scher-, Torsionskräfte und gegebenenfalls Beschleunigungskräfte handeln.

Figur 10 zeigt eine Detaildarstellung der Kontaktierung / Kontaktstelle einer Signalübergangsstelle / Signalpfades, am Beispiel eines Montageblocks (11).

Hierbei ist ein Montageblock (11), mittels einer Befestigungsschraube (12), auf eine Fahrzeugstruktur (5), durch diese longitudinale Körperschallwellen (6.1) verlaufen, angebracht.

Als Besonderheit, bzw. als Detail, sind hierbei im Übergangsbereich der Signal-Ankopplung, bzw. der Signalübertragung der Körperschallwellen, zwischen dem Montageblock (11) und der Fahrzeugstruktur (5), die speziellen mechanische Kontaktstrukturen (11.1), welche insbesondere vorzugsweise als V-förmige zylindrische / radiale Strukturen oder als V-förmige ovale Strukturen oder als V-förmige längliche Strukturen, ausgebildet sind, zu sehen.

Je nach geometrischen Formgebung bzw. die Anordnung der Kontaktstrukturen (11.1), wird ein Einfluss auf die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen erreicht.

Mittels der Formgebung bzw. die Anordnung der Kontaktstrukturen (11.1) des Montageblocks (11), bzw. alternativ der Kontaktübergangsstelle, lässt sich ebenso wie mittels der elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) bzw. mittels der elastischen Befestigungsschicht (7.2) / visko-elastischen Befestigungsschicht (7.2), eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreichen.

Falls beispielsweise ein Bewegungsablauf gemessen werden soll, so sind die Abmessungen der Strukturelemente (11.1) kleiner / kürzer, bzw. kleiner / kürzer beabstandet zu realisieren, als die kürzeste zu erfassende Wellenlänge ist.

Soll hingegen beispielsweise ein Wellenfilter realisiert werden, so sind die Abmessungen der Strukturelemente (11.1) größer / länger, bzw. größer / länger beabstandet zu realisieren, als die längste zu erfassende Wellenlänge ist.

Figur 11 zeigt einen alternativen möglichen Aufbau sowie die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Auslösesensors (4), welcher auf eine Fahrzeugstruktur (5) angebracht ist. Wie bereits in Figur 5 und Figur 9 erörtert, sind auch hier die Körperschallwellen hinsichtlich ihrer Ausbreitungsform in longitudinale (6.1) und transversale (6.2) Körperschallwellen zu unterscheiden. Bei den transversalen Körperschallwellen (6.2) handelt es sich um Wellen, deren Schwingungsausrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (6) steht, wie dieses auch beispielsweise bei allen elektromagnetischen Wellen vorzufinden ist. Bei den longitudinalen Körperschallwellen (6.1) handelt es sich hingegen um Wellen, deren Schwingungsrichtung längs / parallel zur Ausbreitungsrichtung (6) / Fortpflanzungsrichtung (6) verlaufen. Hierbei sind wieder die selben nachteiligen Eigenschaften / Eigenheiten der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), sowie Gegebenheiten bzw. bei der Umsetzung zu Beachtendes, anzuführen, wie dies bei der Beschreibung zur Figur 5 bereits erfolgt ist.

Wie aus der Figur 11 zu entnehmen ist, besteht das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / der erfindungsgemäße Auslösesensor (4), mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4), zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz erfassen kann, aus einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Leadframe ausgebildet ist, an diesen mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als Klebestelle oder Lötstelle (4.8.3) ausgeführt ist, ein Messwertaufnahmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist, angebracht / kontaktiert ist. Auf der gegenüberliegenden Seite / Fläche des Trägers (4.3), befindet sich eine aktive elektrische Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und sofern das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4) Beschleunigungssignale bzw. ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen können soll, ein Beschleunigungssensor (4.4) oder ein beschleunigungsempfindliches Element (4.4). Der

Trägers (4.3), sowie die darauf befindlichen Elemente (4.2, 4.4) als auch die Kontaktierungselemente, welche vorzugsweise als Bondverbindungen (4.8.2) ausgebildet sind, sind von einem hermetisch dichten umgebenden Hybrid-Gehäuse (4.5) umgeben / eingeschlossen. Die elektrische Anbindung der erforderlichen Kontakte nach Außen erfolgt mittels den elastischen Kontaktierungen (4.8.2), welche vorzugsweise als Bondverbindungen ausgeführt sind, mit den damit kontaktierten / verbundenen Steckerpins (8.1), die vorzugsweise, bzw. in diesem Beispiel, als Glasdurchführungen des Hybrid-Gehäuses (4.5) ausgeführt sind.

Das Messwertaufnahmerelement (4.1) ist mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als Klebestelle oder Lötstelle (4.8.3) ausgeführt ist, mit dem Träger (4.3) verbunden, wobei die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der longitudinalen Körperschallwellen (6.1), zwischen dem Messwertaufnahmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels einer

- starren Ankopplung (7.3), welche sich innerhalb des Hybrid-Gehäuses (4.5) befindet, und
- einer dem Hybrid-Gehäuse (4.5), zumindest im Bereich des Messwertaufnahmerelement (4.1), umgebenden Vergusses (4.6) oder radial umgebenden elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1),

erfolgt.

Wie aus der Figur 11 zu entnehmen ist, erfolgt die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung, zwischen dem Messwertaufnahmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels des umgebenden Vergusses (4.6) oder der radial umgebenden elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1), welche/r eine Beeinflussung der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung hat. Mittels des umgebenden des umgebenden Vergusses (4.6) oder der radial umgebenden elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) erfolgt hierbei eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung, bzw. wird damit ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreicht.

Mittels der kraftschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbindung / Kontaktierung (4.8.3) zwischen dem Träger (4.3) und dem Messwertaufnehmerelement (4.1), die vorzugsweise als Klebestelle oder Lötstelle ausgeführt ist, wird gleichzeitig eine elektrische Signalübertragung, bzw. wird gleichzeitig eine Vielzahl von elektrischen Kontaktstellen ermöglicht. Als Beispiel, bzw. als Vertreter für die anderen Signale, ist in dieser Figur die gemeinsame Elektrode (4.1.1) des Messwertaufnehmerelements (4.1) gezeigt, welche über die Verbindung / Kontaktierung (4.8.3) zum Träger (4.3), bzw. mittels einer Durchkontaktierung (4.3.1) durch den Träger hindurch zur elektrische Signalaufbereitungskomponente (4.2) geführt wird.

Wie aus der Figur 11 weiter zu entnehmen ist, ist in diesem Ausführungsbeispiel, abweichend von den Ausführungsbeispielen der Figuren 5 und 9, das Messwertaufnehmerelement (4.1) senkrecht / im rechten Winkel bzw. ungefähr im Winkel von 90 Grad zum Träger (4.3) angeordnet, wodurch eine zusätzliche Unterdrückung / Dämpfung der unerwünschten transversalen Körperschallwellen (6.2) erreicht wird.

Das den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) umgebenden Hybrid-Gehäuse (4.5), bildet einen Schutz, zum Beispiel vor Feuchtigkeit, für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) und bildet mit der Formgebung des Hybrid-Gehäuses (4.5), eine Montagehilfe für den Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1) für den/die darauffolgenden weiterführenden Verarbeitungsschritte dar. Diese können wie dargestellt darin bestehen, dass der Träger (4.3) mit Messwertaufnehmerelement (4.1), bzw. das umgebende Hybrid-Gehäuse (4.5), mittels eines Vergusses (4.6) oder der radial umgebenden elastischen Koppelschicht (7.1) / visko-elastischen Koppelschicht (7.1) im entstehenden Hohlraum (10), zumindest teilweise eingegossen / fixiert werden kann.

Das umgebende Gehäuse (4.5) ist dafür vorbereitet, dass dieses direkt mit der Fahrzeugstruktur (5), bzw. mit einem nicht näher gezeigtem geeignetem Montageblock (11), mittels einer Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1) verbindbar ist, wobei die Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1) als Schweiß-, Löt-, oder Klebeverbindung ausgeführt sein kann. Im Bereich der Montagestelle, sorgt die Formgebung des Kontaktstelle, oder des Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), im

Kontaktbereich für den erforderlichen Toleranzausgleich zwischen dem Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) und der Fahrzeugstruktur (5). Der andiskutierte Montageblock (11) ist hierbei jedoch nicht zwingend erforderlich, wenn die Fahrzeugstruktur (5) eine Aufnahme aufweist, welche als Gegenstück zum Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) ausgebildet ist, oder eine Ausformung aufweist, wie diese der Montageblock (11) hätte.

Die oben bereits andiskutierte zusätzliche Unterdrückung / Dämpfung der unerwünschten transversalen Körperschallwellen (6.2), gegenüber den longitudinalen Körperschallwellen (6.1), wird neben der speziellen Anordnung des Messwertaufnehmerelements (4.1), welches senkrecht / im rechten Winkel bzw. ungefähr im Winkel von 90 Grad zum Träger (4.3) angeordnet ist, auch dadurch erreicht, dass die Struktur des Fahrzeuges, bedingt durch die Öffnung zur Aufnahme des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4), eine Unterbrechung der Ausbreitungsrichtung der transversalen Körperschallwellen (6.2) entsteht, und nur eine Einkopplung der longitudinalen Körperschallwellen (6.1) ermöglicht / begünstigt wird.

Zusätzlich zur Verbindung (9.1) / Verbindungsstelle (9.1) / Verbindungsnaht (9.1), insbesondere wenn diese als Klebeverbindung ausgeführt wird, kann diese mittels einer zusätzlichen nicht näher dargestellten mechanischen Fixierung, vorzugsweise als Klemm- oder Schraubverbindung ausgeführt, unterstützt werden, damit beispielsweise der Montageprozess im Fahrzeug (5) vereinfacht wird, bzw. die Trocken- / Aushärtezeiten nicht abgewartet werden müssen.

Das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches für Diagnose- und Sicherheitsvorrichtung geeignet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Messwertaufnehmerelement (4.1) besonders geeignet ist, um Körperschallwellen, insbesondere longitudinale Körperschallwellen (6.1), zu erfassen, und dadurch Erkennungsvorrichtungen bzw. entsprechende weiterführende Steuergeräte zur Überwachung / Auswertung für Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen realisiert werden können. Bei den auf das erfindungsgemäße Aufnehmersystem / Auslösesensor (4) einwirkenden Kräfte, kann es sich um Axial-, Biege-, Scher-, Torsionskräfte und gegebenenfalls Beschleunigungskräfte handeln.

### Patentansprüche

1., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, insbesondere Airbag und Gurtstrammer, in Kraftfahrzeugen (1), bestehend aus mindestens

- einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Folie ausgebildet ist,
- einem Messwertaufnehmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist,
- einer aktiven elektrischen Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und
- einer umgebenden Struktur, welche als Gehäuse (4.10) oder als Hybrid-Gehäuse (4.5) ausgebildet ist,

mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4),

- zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz, insbesondere die longitudinalen Körperschallwellen, und gegebenenfalls
- ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Messwertaufnehmerelement (4.1) mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1) ausgeführt ist, mit dem Träger (4.3) verbunden ist, und
- die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der longitudinalen Körperschallwellen, zwischen dem Messwertaufnehmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels einer Vielzahl / Mehrzahl als Einzelelemente wirkende Messwertaufnehmerelement (4.1.x) erfolgt.



2., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, insbesondere Airbag und Gurtstrammer, in Kraftfahrzeugen (1), bestehend aus mindestens

- einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Folie ausgebildet ist,
- einem Messwertaufnehmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist,
- einer aktiven elektrischen Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und
- einer umgebenden Struktur, welche als Gehäuse (4.10) oder als Hybrid-Gehäuse (4.5) ausgebildet ist,

mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4),

- zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz, insbesondere die longitudinalen Körperschallwellen, und gegebenenfalls
- ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Messwertaufnehmerelement (4.1) mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1) ausgeführt ist, mit dem Träger (4.3) verbunden ist, und
- die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen, zwischen dem Messwertaufnehmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels dem Messwertaufnehmerelement (4.1) erfolgt, welches zu einer Vielzahl / Mehrzahl als Einzelelemente wirkende Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) unterteilt oder ausgebildet ist.

3., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messwertaufnehmerelement (4.1) in eine Vielzahl / Mehrzahl von eigenständigen / separaten physikalisch-elektrische Segmente (Einzelelektroden) unterteilt ist.

4., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmente zu einer Facettenstruktur und/oder einem Array angeordnet sind, und die Vielzahl / Mehrzahl mindestens 8 Einheiten beträgt.

5., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die eigenständigen / separaten physikalisch-elektrischen Segmente zu einer Digitalstruktur und/oder einer Selbstteststruktur angeordnet sind, und die Vielzahl / Mehrzahl mindestens 2 Einheiten beträgt, welche es beispielsweise ermöglichen, eine spezielle Filtereigenschaft und/oder eine Selbsttestmöglichkeit des Aufnehmersystems / Auslösesensors (4) zu realisieren.

6., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Vielzahl als Einzelelemente wirkenden Messwertaufnahmerelemente (4.1.x), eine Auswertung und/oder Differenzierung von überlagerten unabhängigen Wellen möglich ist.

7., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Möglichkeit zur Auswertung und/oder Differenzierung von überlagerten unabhängigen Wellen, ein einziges Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), welches an einer zentralen Stelle im Fahrzeug (1) und/oder im Steuergerät (2) montiert ist, ausreichend ist,

- um die Anforderungen zur Realisierung eines Insassenschutzsystems zu erfüllen, oder
- um eine Richtungsauswertung der auftretenden Körperschallwellen durchführen zu können, oder
- um eine Ortung der Signalquelle und/oder des Signalorts durchführen zu können, oder
- um eine Spektralanalyse der einzelnen auftretenden Körperschallwellen durchführen zu können.

8., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, insbesondere Airbag und Gurtstrammer, in Kraftfahrzeugen (1), bestehend aus mindestens

- einem Träger (4.3), welcher vorzugsweise als Substrat oder Verdrahtungsträger / Folie ausgebildet ist,
- einem Messwertaufnahmerelement (4.1), welches vorzugsweise als Piezoelement ausgebildet ist,
- einer aktiven elektrischen Signalaufbereitungskomponente (4.2), welche bevorzugt als integrierte Halbleiterschaltung realisiert ist, und
- einer umgebenden Struktur, welche als Gehäuse (4.10) oder als Hybrid-Gehäuse (4.5) ausgebildet ist,

mit den physikalischen Eigenschaften, dass das Aufnehmersystem / der Auslösesensor (4),

- zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile des Körperschalls oberhalb von 4 kHz, insbesondere die longitudinalen Körperschallwellen, und
- zumindest ausschnittsweise die Spektralanteile der Beschleunigung unterhalb 500 Hz, aufnehmen und/oder erfassen kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Messwertaufnahmerelement (4.1) mittels einer kraftschlüssigen und/oder weitgehend formschlüssigen Verbindung, die vorzugsweise als Klebestelle oder Kontaktierschicht (4.8.1) ausgeführt ist, mit dem Träger (4.3) verbunden ist, und
- die Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen, zwischen dem Messwertaufnahmerelement (4.1) und der Fahrzeugstruktur (5), mittels mindestens einer Materialübergangsstelle im Signalpfad erfolgt,
  - o welche spezielle mechanische Kontaktstrukturen, insbesondere vorzugsweise ausgebildet in V-förmige zylindrische / radiale Strukturen oder V-förmige ovale Strukturen oder V-förmige längliche Strukturen, aufweisen
  - o und einen Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen besitzen.

9., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich mittels des geometrischen Formgebung

- der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) und/oder
- der Ausbildung der vorzugsweise V-förmige zylindrische Strukturen oder vorzugsweise V-förmige ovale Strukturen oder vorzugsweise V-förmige längliche Strukturen

ein Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen erwirken lässt.

10., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen eine Dämpfung der unerwünschten Signalanteile im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung bewirkt.

11., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einfluss auf Signal-Ankopplung, und/oder die Signalübertragung der Körperschallwellen ein bevorzugtes Durchlassverhalten der erwünschten Signalanteile, gegenüber unerwünschten Signalanteilen, im Signalband der Signalübertragungsstrecke und/oder der Signal-Ankopplung erreicht wird.

12., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass falls ein Bewegungsablauf gemessen werden soll, die Abmessungen

- der Sensierungsflächen der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) und/oder
- die, Ausbildung der vorzugsweise V-förmige zylindrische Strukturen oder vorzugsweise V-förmige ovale Strukturen oder vorzugsweise V-förmige längliche Strukturen

kleiner / kürzer sind, und/oder kleiner / kürzer beabstandet sind, als die kürzeste zu erfassende Wellenlänge.

13., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass falls ein Wellenfilter realisiert werden soll, die Abmessungen

- der Sensierungsflächen der Einzelelemente (4.1.x) (Einzelelektroden) und/oder
- die Ausbildung der vorzugsweise V-förmige zylindrische Strukturen oder V-förmige ovale Strukturen oder V-förmige längliche Strukturen

größer / länger sind, und/oder größer / länger beabstandet sind, als die längste zu erfassende Wellenlänge.

14., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Messwertaufnahmerelement (4.1) geeignet ist, um Körperschallwellen, insbesondere longitudinale Körperschallwellen (6.1), zu erfassen.

15., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Diagnosevorrichtungen um Erkennungsvorrichtungen für Crash-Signaturen, Lager-schäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen handeln kann.

16., Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), geeignet für Diagnose- / Sicherheitsvorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Möglichkeit zur Auswertung und/oder Differenzierung von überlagerten unabhängigen Wellen, mit dem Aufnehmersystem / Auslösesensor (4), es ermöglicht wird,

- eine Amplitudendemodulation und/oder Frequenzdemodulation der Messgrößen durchführen zu können, oder
- einen durchstimbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner realisieren zu können, oder
- ein FFT und/oder eine Kurzzeit-FFT durchführen zu können, oder
- einen Parameterschätzer realisieren zu können, oder
- diverse statistische Kenngrößen ermitteln zu können, oder
- diverse Filterfunktionen nachbilden zu können.

### Bezugszeichenliste

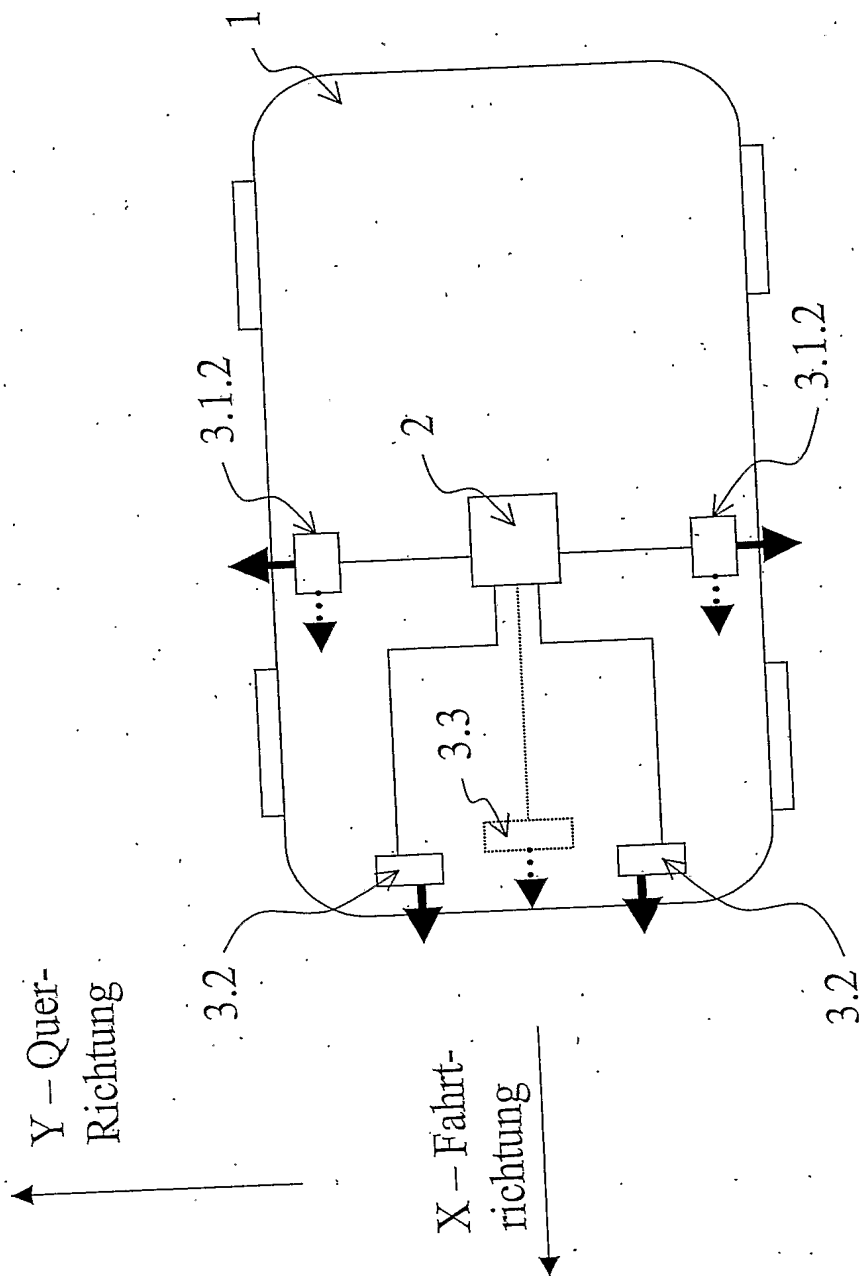
- 1 Fahrzeug
- 2 Steuergerät
- 2.1 Auswerteeinheit
- 3 ausgelagerte Assistenzsensoren
- 3.1.2 ausgelagerte Assistenzsensoren mit x-y-Sensierung
- 3.2 Upfronstsensor / Assistenzsensoren mit x-Sensierung
- 3.3 Upfronstsensor / Assistenzsensoren mit x-Sensierung  
Aufnehmersystem / Auslösesensors (insbesondere als Körperschallsensor ausgebildet)
- 4.0 Sensorkörper
- 4.1 Messwertaufnehmerelements (insbesondere als Piezoelement ausgebildet)
- 4.1.1 Gemeinsame Elektrode des Messwertaufnehmerelements (4.1)
- 4.1.2 Einzelne Elektrode / Messelektrode des Messwertaufnehmerelements (4.1)
- 4.1.3 Facetten-Anordnung / Vielzahl von einzelne Messelektroden des Messwertaufn. (4.1)
- 4.1.4 Array-Anordnung / Vielzahl von einzelne Messelektroden des Messwertaufn. (4.1)
- 4.1.5 Digital-Elektroden-Anordnung der einzelne Messelektroden des Messwertaufn. (4.1)
- 4.1.6 Selbsttest-Elektrode des Messwertaufnehmerelements (4.1)
- 4.2 elektrische Beschaltung (insbesondere integrierten Signalaufbereitungsschaltung / Verstärkerschaltung / Verarbeitungseinheit)
- 4.2.1 Ausgang der elektrischen Beschaltung
- 4.3 Träger (insbesondere Substrat / Verdrahtungsträger / Trägerplatte)
- 4.3.1 Durchkontaktierung
- 4.3.2 Kontaktfläche / „Kontakt-Ball“ / „Bump“
- 4.3.3 Verdrahtungsleitung
- 4.4 Beschleunigungssensor (beschleunigungsempfindliches Element)
- 4.5 Hybrid-Gehäuse
- 4.5.1 Hybrid-Gehäuse-Boden
- 4.5.2 Hybrid-Gehäuse-Deckel
- 4.6 Verguss
- 4.7 Moldmaterial (Moldmasse)

- 4.8.1 Kontaktierschicht (ggfls. als elastische Kontaktierschicht ausgeführt)
- 4.8.2 Kontaktierung (ggfl. als elastische Kontaktierung / Bondverbindung ausgeführt)
- 4.8.3 Kontaktierung (vorzugsweise als Klebestelle oder Lötstelle ausgeführt)
- 4.9 Lead-Frame
- 4.10 Gehäuse
- 5 Fahrzeugstruktur (Karosserie)
- 6 Ausbreitungsrichtung / Fortpflanzungsrichtung / Stoßrichtung
- 6.1 longitudinale Körperschallwelle/n
- 6.2 transversale Körperschallwelle/n
- 6.3 Beschleunigungssignal-Spektralanteile / Beschleunigungssignalanteile
- 7.1 elastische Koppelschicht
- 7.2 visko-elastische Befestigungsschicht
- 7.3 starre Ankopplung
- 8.1 Steckerpin
- 8.2 Anschlussstecker
- 9 umlaufende Verbindungsstelle
- 9.1 Verbindungsstelle (z.B. Schweiß- Löt- oder Klebeverbindung; ggfls. umlaufend)
- 10 Hohlraum
- 11 Montageblock
- 11.1 Kontaktstelle (z.B. V-förmige zylindrisch / ovale / länglich Struktur-Elemente)
- 12 Befestigungsschraube/n

### Zusammenfassung

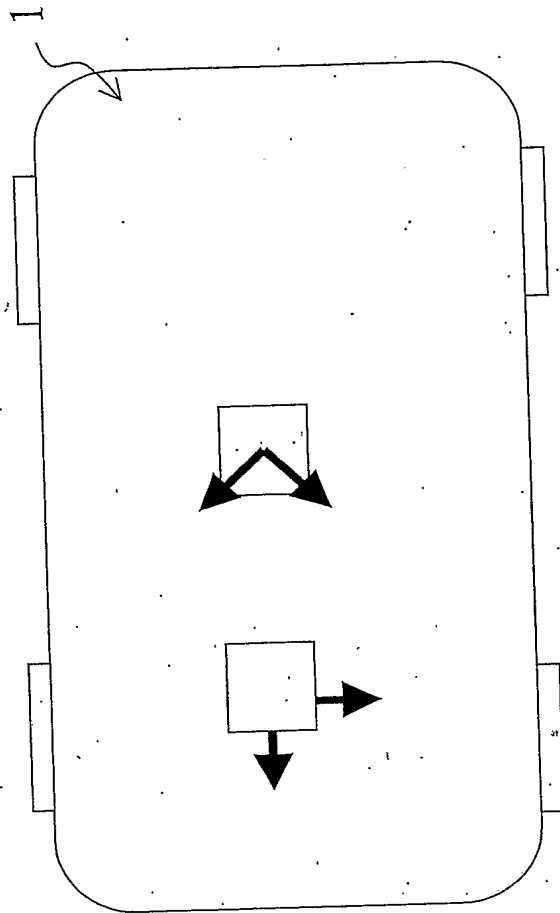
Die Erfindung betrifft einen Sensor und/oder ein Sensorsystem / Aufnehmersystem (Auslösesensor), insbesondere geeignet für ein Insassenschutzsysteme / Unfallschutzsysteme, mittels diesem beispielsweise mit wenigen Auslösesensoren eine einfache sowie präzise Sensierung und Erkennung von unterschiedlichen Crasharten / Fahrsituationen / dynamischen Abläufen ermöglicht wird, wobei insbesondere die mechanische Realisierung, bzw. die Signalankopplung / der Signalpfad sowie der geometrischen Formgebung, insbesondere der Messwerteraufnahmerelemente, von besonderer Bedeutung sind, da mittels diesen Maßnahmen beispielsweise bevorzugte Frequenzbereiche am Ausgang des Sensorsystems / Aufnehmersystems (Auslösesensors) zur Verfügung gestellt werden bzw. gestellt werden können, damit ein aufwendiges herausfiltern der erforderlichen Frequenzen, mittels speziellen Filtereinrichtungen am Ausgang des Sensors, aus dem sonst üblichem breitbandigen Beschleunigungssignal entfällt.



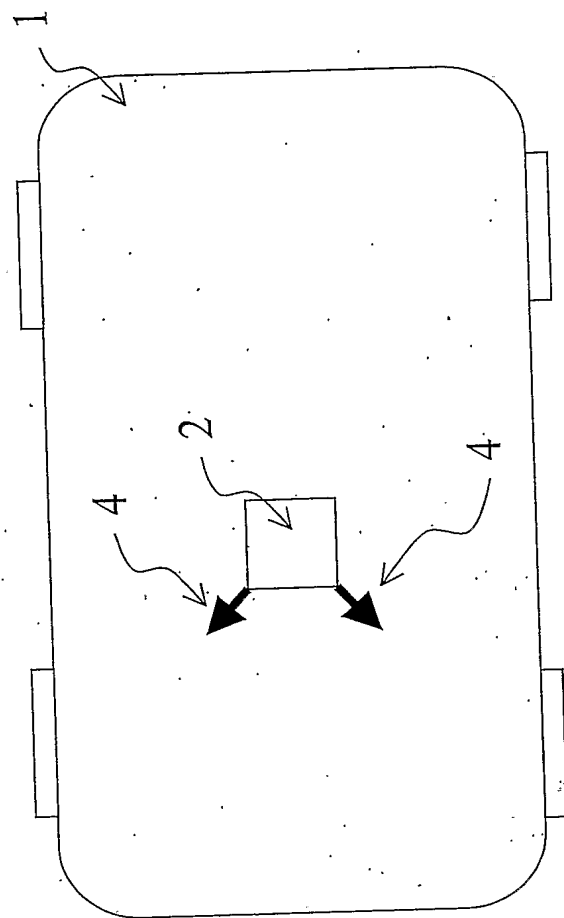


**Figur 1**

X - Fahrt-  
richtung

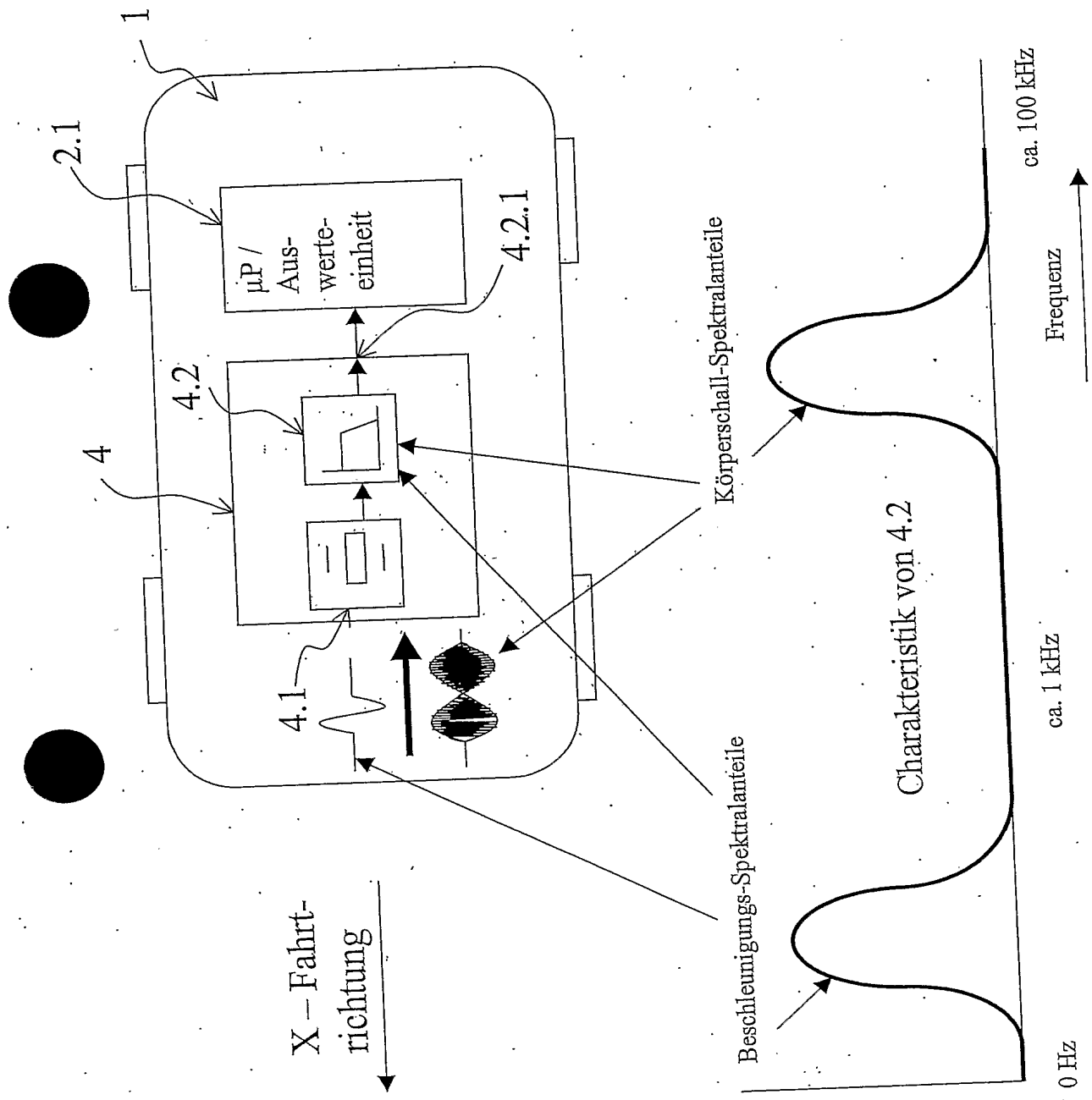


Figur 2

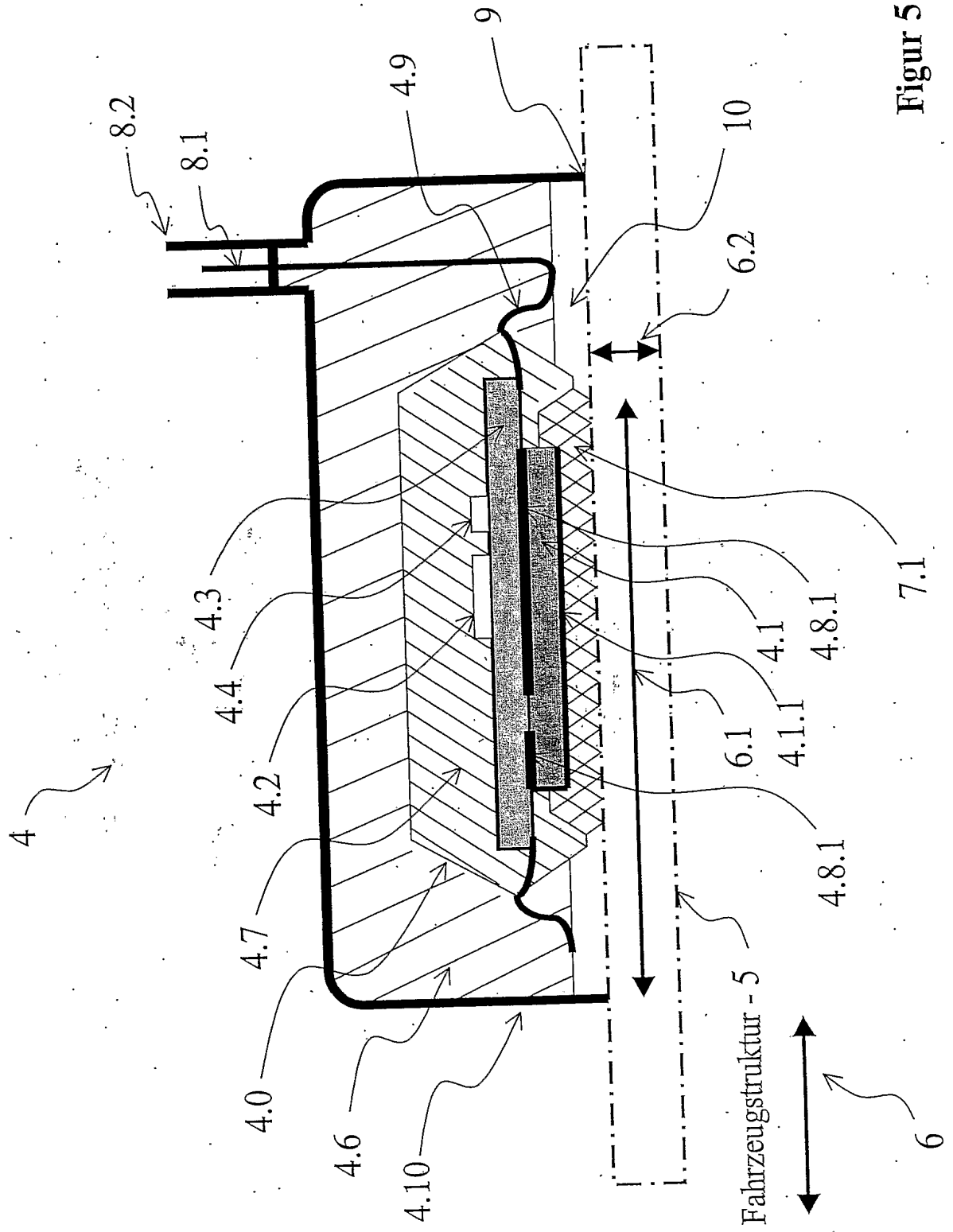


X - Fahrt-  
richtung

Figur 3



Figur 4



Figur 5

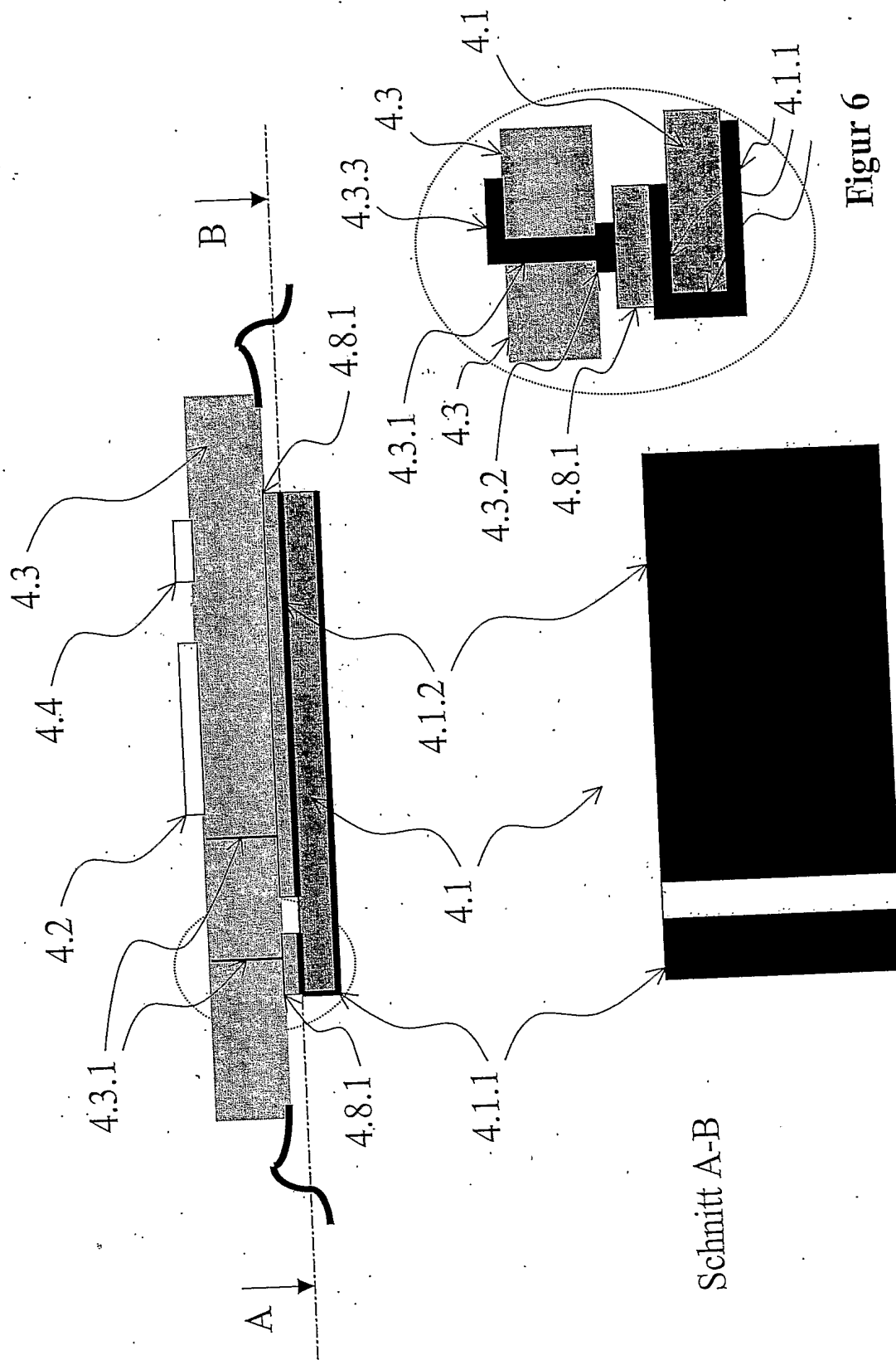
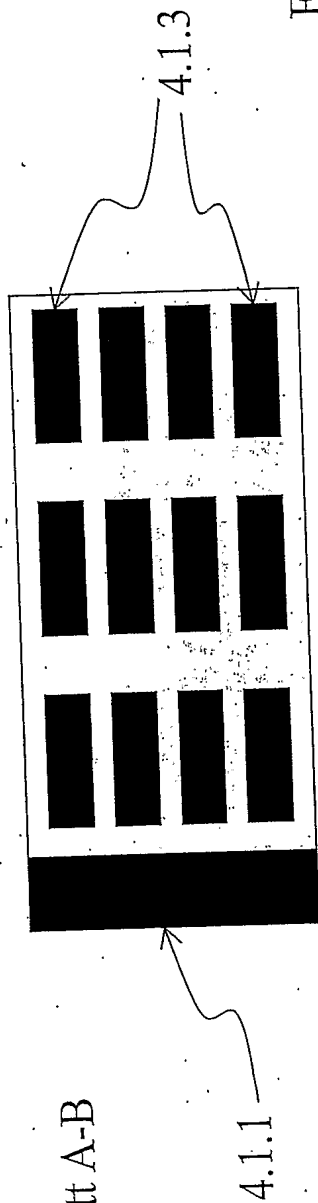


Figure 6

4.1

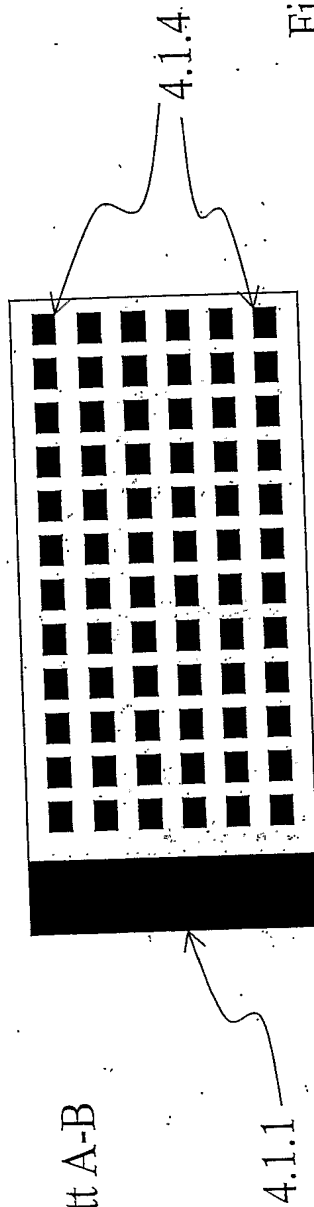
Schnitt A-B



Figur 7.1

4.1

Schnitt A-B

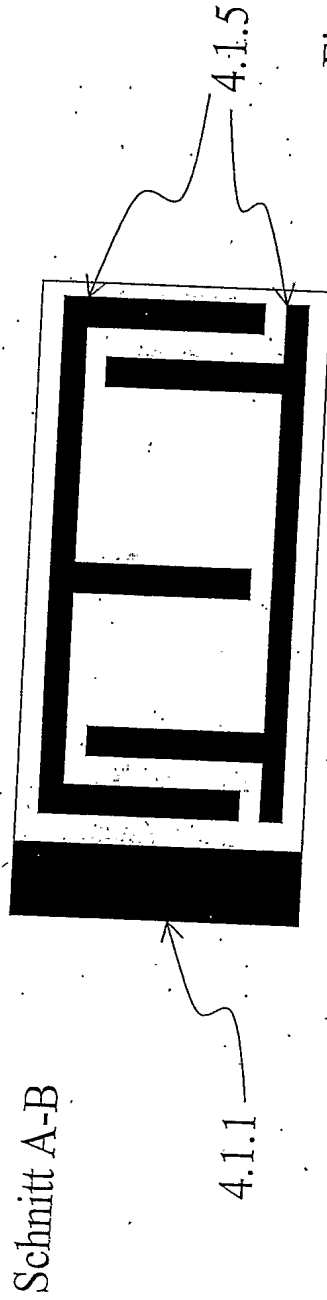


Figur 7.2

Figur 7

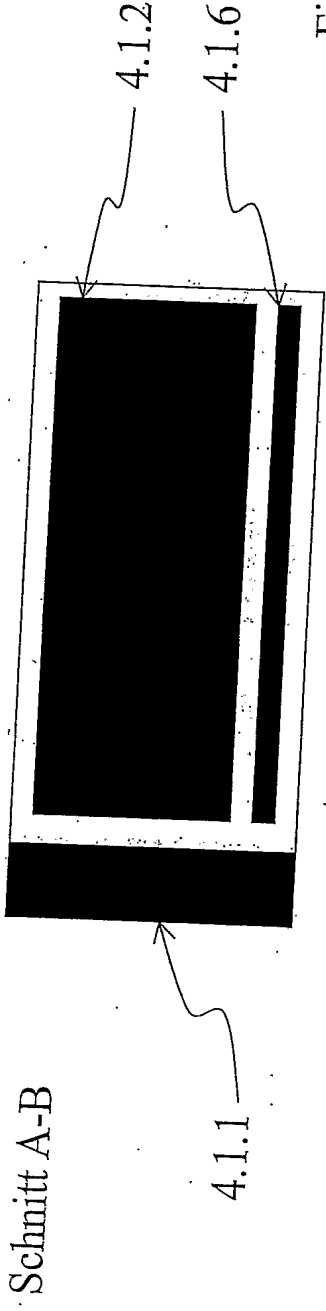


4.1



Figur 8.1

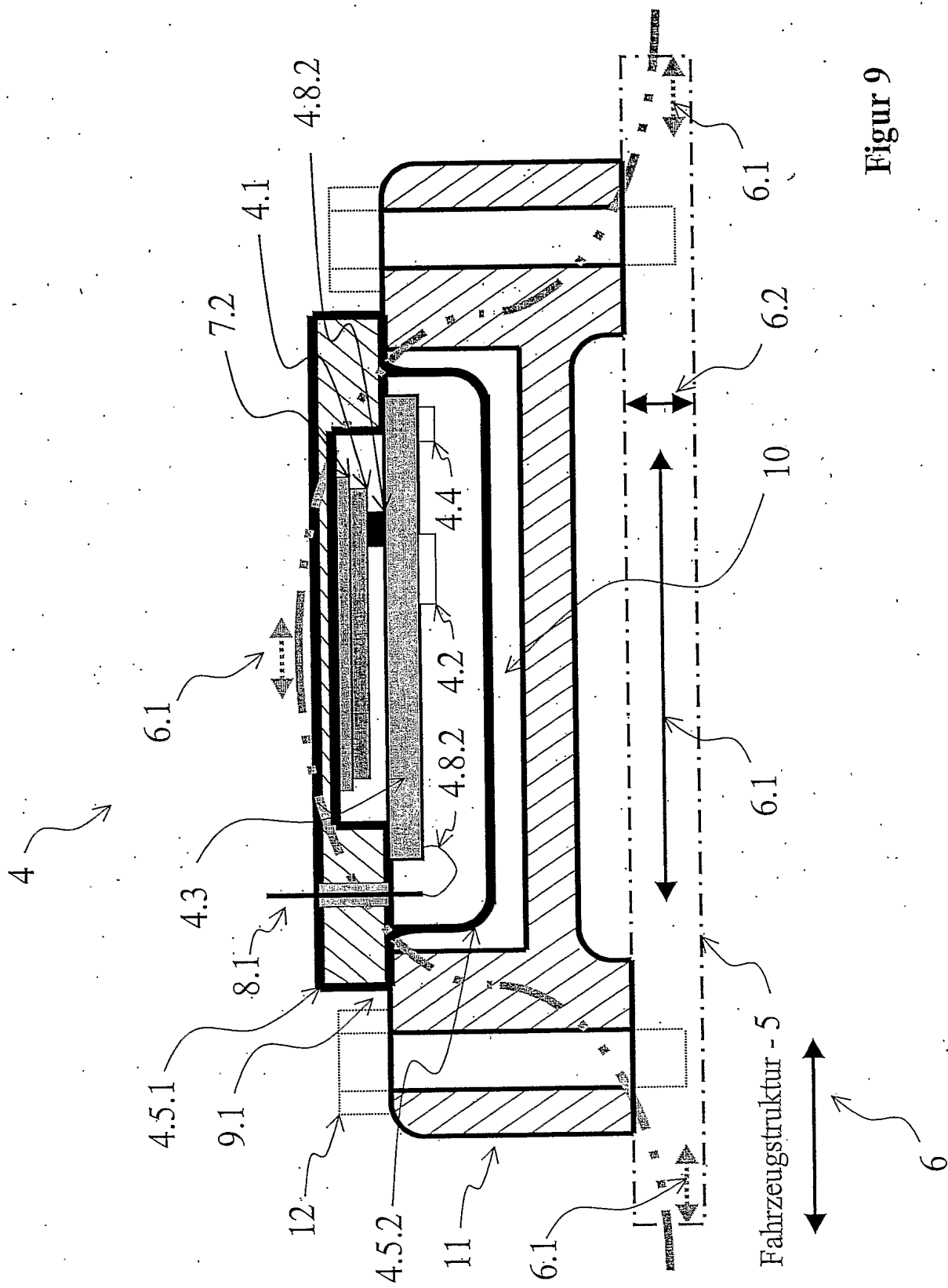
4.1



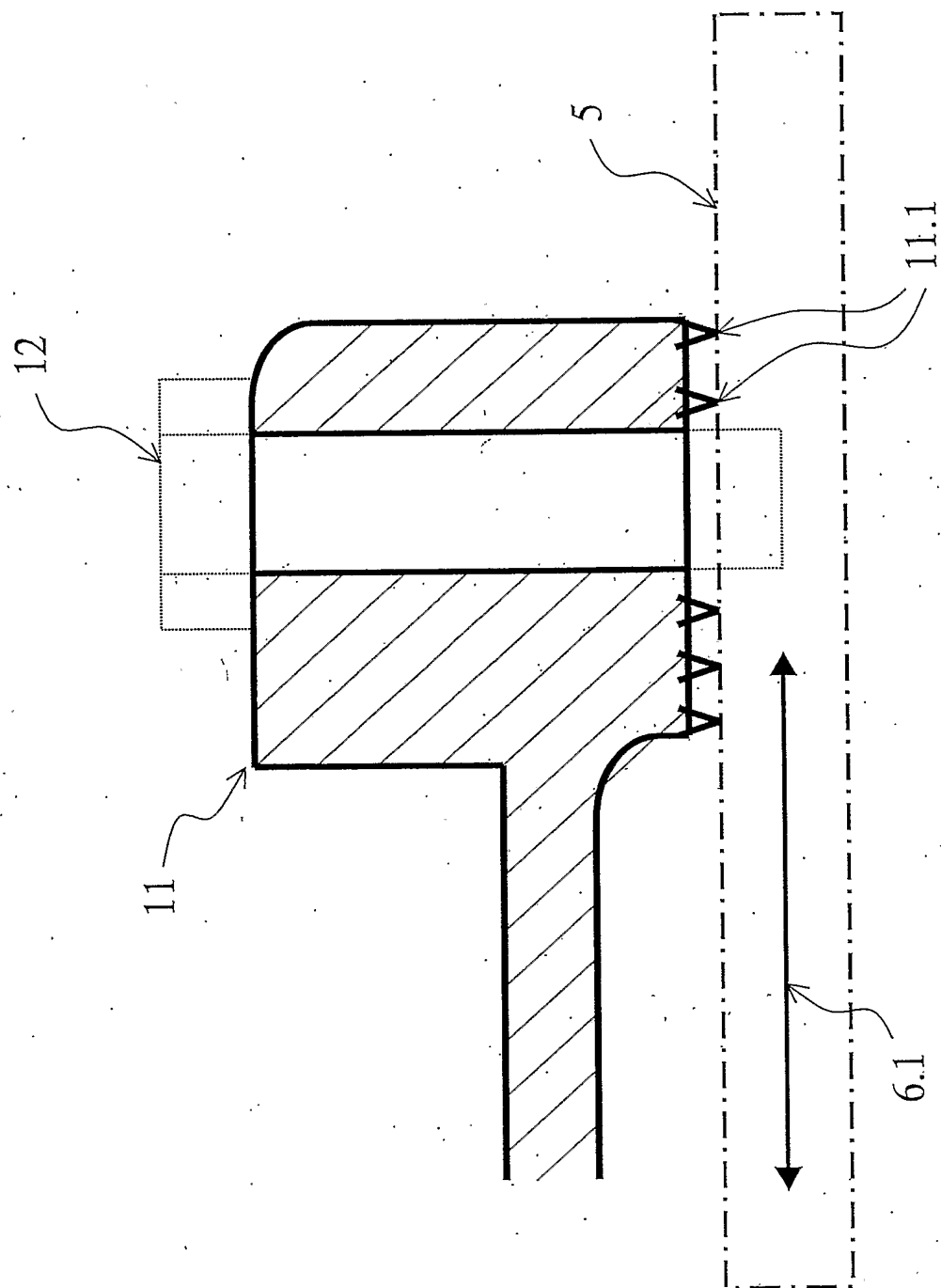
Figur 8.2

Figur 8

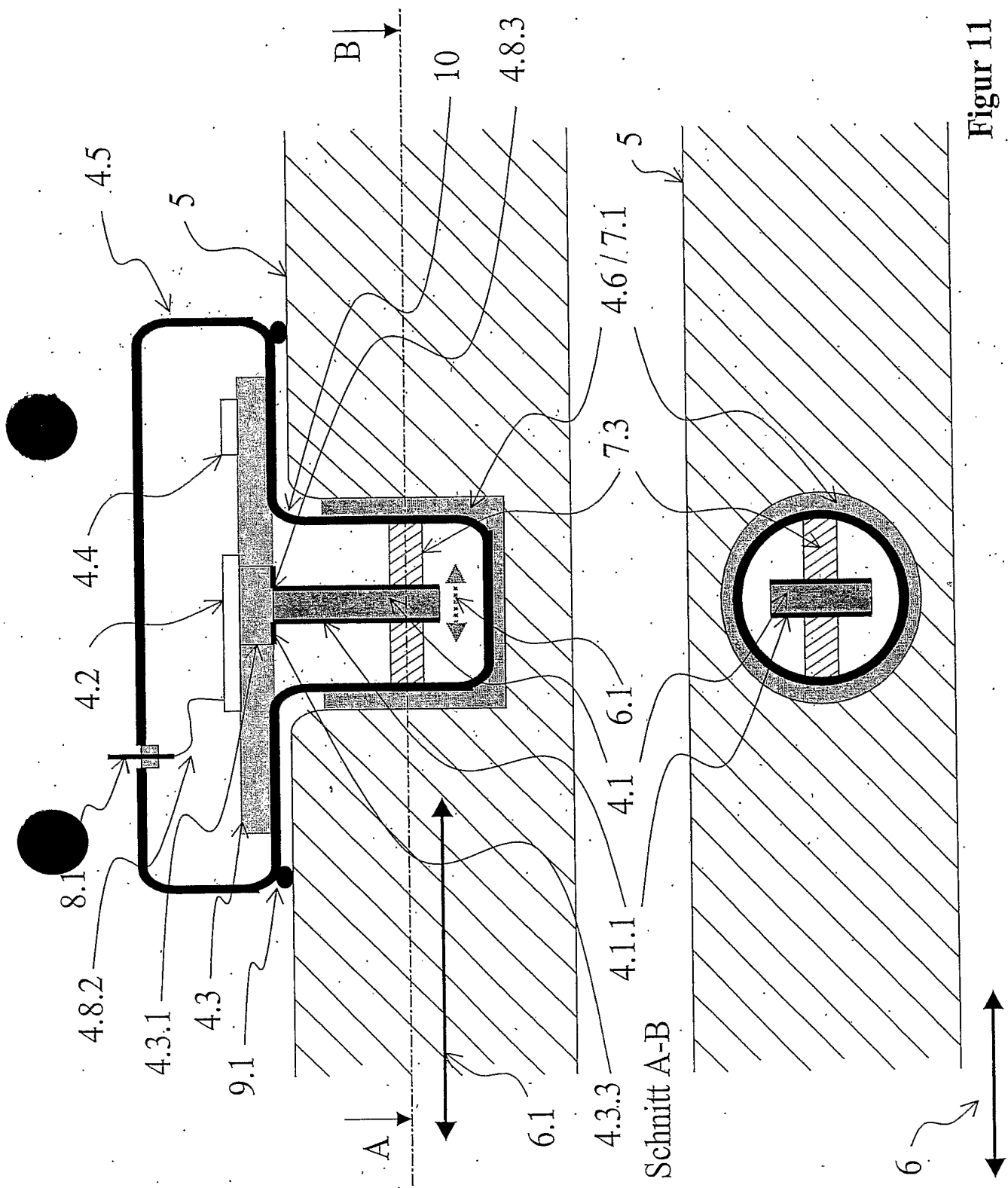




Figur 9



Figur 10



Figur 11